



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Απολύμανση του εδάφους σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες

Φοιτήτριες: Κετσεμενίδου Όλγα
Στράτου Μαργαρίτα

Επιβλέπων: Μάντζος Νικόλαος, Μέλος Ε.ΔΙ.Π.

Άρτα, Νοέμβριος, 2020

SENIOR

Soil disinfection in greenhouse crops

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Αρτα, 26/11/2020

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Μάντζος Νικόλαος

2. Μέλος επιτροπής

Πατακιούτας Γεώργιος

3. Μέλος επιτροπής

Υφαντή Παρασκευή

© Στράτου Μαργαρίτα, Κετσεμενίδου Όλγα, 2020.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξ ολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Κετσεμενίδου Όλγα



Στράτου Μαργαρίτα



Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μας στη Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας και Τεχνολογίας Τροφίμων και Διατροφής του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων του ΤΕΙ Ηπείρου.

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις θερμές μας ευχαριστίες στον Δρ. Μάντζο Νικόλαο που μας ανέθεσε το συγκεκριμένο θέμα, καθώς και στην συνολική καθοδήγηση του για την συγγραφή της παρούσας εργασίας.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον Δρ. Πατακιούτα Γεώργιο και την Δρ. Υφαντή Παρασκευή για τις ουσιαστικές υποδείξεις και παρεμβάσεις τους, οι οποίες υπήρξαν ουσιαστικές για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μας εργασίας.

Τέλος, ευχαριστούμε θερμά τους γονείς μας για την ενθάρρυνση και την συμπαράσταση τους όλα αυτά τα χρόνια.

Περίληψη

Η απολύμανση του εδάφους σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες (ανθοκομικά και λαχανοκομικά είδη) έχει σκοπό την εξασφάλιση της καλής φυτοϋγειονομικής κατάστασης των φυτών, με αποτέλεσμα την καλύτερη και μέγιστη παραγωγή. Είναι μια αναγκαία διαδικασία αντιμετώπισης των εδαφογενών προβλημάτων, όπως είναι οι μύκητες, τα βακτήρια, οι ιοί, οι νηματώδεις, τα έντομα και τα ζιζάνια. Αυτή η πρακτική πριν από τη φύτευση είναι σημαντική για τους αγρότες – παραγωγούς που ασχολούνται με την εντατική σε υπό κάλυψη καλλιέργειες ανθοκομικών και λαχανοκομικών ειδών.

Η απολύμανση του εδάφους γίνεται είτε με φυσικές μεθόδους απολύμανσης, όπως είναι η ηλιοαπολύμανση, η απολύμανση με ατμό, η βιοαπολύμανση και η αναερόβια απολύμανση, είτε με χημικές μεθόδους απολύμανσης, όπως είναι η χρήση απολυμαντικών εδάφους με ευρύ ή περιορισμένο φάσμα δράσης ή ήπια απολυμαντικά, είτε με τον συνδυασμό αυτών των δύο. Επίσης, για την προστασία των καλλιεργειών από ανεπιθύμητους εχθρούς και ασθένειες εφαρμόζονται και διάφορα καλλιεργητικά, προληπτικά ή μηχανικά μέτρα για τον περιορισμό τους.

Τα διάφορα χημικά απολυμαντικά που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του εδάφους υφίστανται διάφορες διεργασίες μεταφοράς (εξάτμιση – εξάχνωση, έκπλυση κ.ά.) και διάσπασης (υδρόλυση, προσρόφιση, μικροβιακή διάσπαση κ.ά.) καταλήγοντας στα ποτάμια, στις θάλασσες και στα υπόγεια νερά που τα καθιστούν επικίνδυνα για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και κατ' επέκταση και η Ελλάδα, θέλοντας να περιορίσουν την αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων που έχει σαν αποτέλεσμα την μόλυνση του περιβάλλοντος και τον κίνδυνο της υγείας του ανθρώπου, εκδίδουν διάφορες Οδηγίες – Κανόνες – Νόμους οι οποίες αφορούν τα επίπεδα των φυτοφαρμάκων στο πόσιμο νερό, τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα και την διάθεση των φυτοφαρμάκων στην αγορά.

Λέξεις κλειδιά: απολύμανση εδάφους, φυτοπαθογόνα, ζιζάνια, φυτοφάρμακα, νομοθεσία.

Abstract

The disinfection of the soil in greenhouse crops (floricultural and vegetable species) aims to ensure the good phytosanitary condition of the plants, resulting in the best and maximum production. It is a necessary process to deal with soil problems, such as fungi, bacteria, viruses, nematodes, insects and weeds. This pre-planting practice is important for farmers - producers involved with intensive to cover floricultural and vegetable crops.

Soil disinfection is done either by natural disinfection methods, such as solar disinfection, steam disinfection, bio-disinfection and anaerobic disinfection, either by chemical disinfection methods, such as the use of soil disinfectants with a wide or limited range of action or mild disinfectants, either by combining them. Also, to protect crops from unwanted pests and diseases, are applied and the other cultural, preventive or mechanical measures to limit them.

The various chemical disinfectants that are used for soil disinfection there are various transport processes (evaporation – sublimation, leaching, etc.) and dissolution (hydrolysis, adsorption, microbial degradation etc.) ending up in rivers, seas and groundwater that make them dangerous to human health and the environment.

The European Union and consequently Greece, wanting to reduce the reckless use of pesticides that results in environmental pollution and the risk to human health, issue various Instructions - Rules - Laws concerning the levels of pesticides in oral water, the maximum residues of pesticides in food and the placing of pesticides on the market.

Keywords: soil disinfection, phytopathogens, weeds, pesticides, legislation.

Πίνακας περιεχομένων

Ευχαριστίες	6
Περίληψη	7
Abstract	8
Πίνακας περιεχομένων	9
Κατάλογος πινάκων	14
Κατάλογος διαγραμμάτων	15
Κατάλογος εικόνων	16
Πίνακας συντομογραφιών	23
Εισαγωγή	24
Κεφάλαιο 1: Εδαφογενή προβλήματα	26
1.1 Μύκητες	26
1.1.1 Πύθιο (<i>Pythium sp.</i>)	26
1.1.2 Φουζάριο (<i>Fusarium sp.</i>)	28
1.1.3 Βερτιτσίλιο (<i>Verticillium sp.</i>)	30
1.1.4 Φυτόφθορα (<i>Phytophthora sp.</i>)	31
1.1.5 Ριζοκτόνια (<i>Rhizoctonia sp.</i>)	32
1.1.6 Σκληρωτία (<i>Sclerotinia sp.</i>)	33
1.2 Έντομα	34
1.2.1 Σιδηροσκώληκες (<i>Agriotes sp.</i>)	35
1.2.2 Ασπροσκώληκες (<i>Melolontha melolontha</i>)	36
1.2.3 Αγρότιδες (<i>Agrotis segetum</i>)	38
1.2.4 Γρυλλοτάλπα (<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>)	39
1.3 Νηματώδεις	40
1.3.1 <i>Meloidogyne sp.</i> (Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών)	42

1.3.2 <i>Heterodera sp.</i>	45
1.3.3 <i>Pratylenchus sp.</i>	46
1.3.4 <i>Ditylenchus sp.</i>	47
1.3.5 <i>Aphelenchoides sp.</i>	48
1.4 Βακτήρια	49
1.4.1 Υγρή βακτηριακή σήψη (<i>Erwinia carotovora</i>).....	50
1.4.2 Καρκίνος ή όγκος του λαιμού (<i>Agrobacterium tumefaciens</i>)	52
1.4.3 Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση (<i>Xanthomonas campestris</i>)	53
1.4.4 Βακτηριακός νανισμός (<i>Erwinia chrysanthemi</i>).....	54
1.4.5 Βακτηριακό έλκος ή βακτηριακή μάρανση (<i>Burkholderia caryophylli</i>).....	54
1.4.6 Βακτηριακή κηλίδωση (<i>Burkholderia antropogonis</i>).....	55
1.4.7 Βακτηριακή κηλίδωση και νέκρωση (<i>Pseudomonas syringae</i>).....	55
1.4.8 Ριζομανία (<i>Agrobacterium rhizogenes</i>)	55
1.5 Ιοί	55
1.5.1 Tomato spotted wilt virus (TSWV)	56
1.5.2 Arabis mosaic virus (ArMV)	57
1.6 Ζιζάνια	58
1.6.1 Ετήσια χειμερινά ζιζάνια	58
1.6.1.1 Ζωχός ετήσιος (<i>Sonchus oleraceus</i>).....	59
1.6.1.2 Καψέλλα (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	60
1.6.1.3 Σινάπι άγριο (<i>Sinapis arvensis</i>).....	61
1.6.1.4 Στελλάρια (<i>Stellaria media</i>).....	62
1.6.2 Ετήσια θερινά ζιζάνια	63
1.6.2.1 Αιματόχορτο (<i>Digitaria sanguinalis</i>).....	64
1.6.2.2 Αντράκλα (<i>Portulaca oleracea</i>)	65
1.6.2.3 Λουβουδιά (<i>Chenopodium album</i>).....	66
1.6.2.4 Τριβόλι (<i>Tribulus terrestris</i>)	67
1.6.3 Διετή ζιζάνια	67

1.6.3.1 Κουφάγκαθο (<i>Silybum marianum</i>)	68
1.6.4 Πολυετή ζιζάνια	69
1.6.4.1 Αγριάδα (<i>Cynodon dactylon</i>)	70
1.6.4.2 Κίρσιο (<i>Cirsium arvense</i>).....	71
1.6.4.3 Κύπερη (<i>Cyperus sp.</i>).....	72
1.6.4.4 Περικοκλάδα (<i>Convolvulus arvensis</i>).....	73
1.6.5 Παρασιτικά ζιζάνια	74
1.6.5.1 Κουσκούτα (<i>Cuscuta sp.</i>).....	74
1.6.5.2 Οροβάγγη (<i>Orobanche sp.</i>).....	75
Κεφάλαιο 2: Μέθοδοι απολύμανσης εδάφους.....	77
2.1 Φυσικές μέθοδοι.....	77
2.1.1 Ηλιοαπολύμανση	77
2.1.1.1 Φυτικοχημικές αλλαγές.....	78
2.1.1.2 Βιολογικές αλλαγές	78
2.1.1.3 Παράμετροι για την επιτυχή εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης	79
2.1.2 Απολύμανση με ατμό	83
2.1.3 Βιοαπολύμανση.....	86
2.1.4 Αναερόβια απολύμανση.....	87
2.2 Χημικές μέθοδοι	88
2.2.1 Απολυμαντικά εδάφους με ευρύ φάσμα δράσης	89
2.2.1.1 Metham (metam) sodium	90
2.2.1.2 Dazomet	91
2.2.2 Απολυμαντικά εδάφους με περιορισμένο φάσμα δράσης	92
2.2.2.1 Fenamiphos	92
2.2.2.2 Oxamyl.....	93
2.2.2.3 Fosthiazate	93
2.2.2.4 Fluopyram.....	94
2.2.2.5 Abamectin	95
2.2.2.6 Geraniol και thymol.....	95
2.2.3 Ήπια απολυμαντικά εδάφους.....	96
2.3 Συνδυασμός χημικών και φυσικών μεθόδων απολύμανσης.....	97

2.4 Καλλιεργητικά και προληπτικά μέτρα.....	98
2.4.1 Αμειψισπορά – αγρανάπαυση.....	98
2.4.2 Αλλαγή του χρόνου σποράς ή φύτευσης	99
2.4.3 Φύτευση φυτών – παγίδων.....	100
2.4.4 Διατήρηση ωφέλιμων πληθυσμών στον αγρό.....	100
2.4.5 Απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας.....	101
2.4.6 Απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών.....	101
2.4.7 Απολύμανση των εργαλείων και των μηχανημάτων	101
2.4.8 Ορθή χρήση του νερού και λιπασμάτων.....	101
2.4.9 Χρήση ανθεκτικών και εμβολιασμένων φυτών	102
2.4.10 Αποφυγή αναπαραγωγής και διασποράς των ζιζανίων.....	105
2.4.11 Έγκαιρη εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών	106
2.5 Μηχανικά και άλλα μέτρα	107
2.5.1 Συλλογή ή παγίδευση επιβλαβών εντόμων.....	107
2.5.2 Κάλυψη του εδάφους	107
Κεφάλαιο 3: Καλλιέργειες σε θερμοκήπια	108
3.1 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ευρώπη.....	108
3.2 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στις χώρες της Μεσογείου.....	112
3.3 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα.....	115
Κεφάλαιο 4: Κατάληξη των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά εδάφους στο περιβάλλον.....	129
4.1 Διεργασίες μεταφοράς των φυτοφαρμάκων	132
4.1.1 Εξάτμιση - εξάχνωση (evaporation - sublimation)	133
4.1.2 Έκπλυση (leaching)	133
4.1.3 Επιφανειακή απορροή και διάβρωση (surface runoff and erosion).....	133

4.1.4 Απορρόφηση από τα φυτά (absorption by plants)	134
4.2 Διεργασίες διάσπασης των φυτοφαρμάκων.....	135
4.2.1 Υδρόλυση (hydrolysis)	135
4.2.2 Προσρόφηση (adsorption)	135
4.2.3 Μικροβιακή διάσπαση (microbial degradation)	136
4.2.4 Φωτοδιάσπαση (photodegradation)	138
Κεφάλαιο 5: Επιπτώσεις της χρήσης των φυτοφαρμάκων	139
5.1 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.....	140
5.2 Επιπτώσεις μέσω των βασικών προϊόντων διατροφής	141
5.3 Επιπτώσεις στο περιβάλλον	141
5.3.1 Μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων.....	142
5.3.2 Μόλυνση του εδάφους.....	143
5.3.3 Επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους	143
5.3.4 Επιπτώσεις στην υδρόβια βιοποικιλότητα.....	143
Κεφάλαιο 6: Νομοθετικό πλαίσιο για τα φυτοφάρμακα	145
6.1 Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού.....	145
6.1.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία	145
6.1.2 Ελληνική νομοθεσία	147
6.2 Νομοθετικό πλαίσιο για τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα	147
6.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία	147
6.2.2 Ελληνική νομοθεσία	149
6.3 Νομοθετικό πλαίσιο εμπορίας και διάθεσης φυτοφάρμακων στην αγορά.....	150
6.3.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία	150
6.3.2 Ελληνική νομοθεσία	152
Επίλογος.....	154

Παράρτημα Α.....	155
Ξενόγλωσση βιβλιογραφία	172
Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία	178

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1.1 Σημαντικότεροι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις που σχετίζονται με λαχανοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων (πηγή: Ravichandra, 2014)	41
Πίνακας 1.2: Σημαντικότεροι φυτοπαρασιτικοί νηματώδεις που σχετίζονται με ανθοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων (πηγή: Ravichandra, 2014)	41
Πίνακας 2.1: Επίδραση της ηλιοαπολύμανσης στην εξέλιξη της παθογόνου μυκοχλωρίδας σε έδαφος θερμοκηπίου με καλλιέργεια τομάτας (πηγή: Τσαπικούνης, 1996).....	81
Πίνακας 2.2: Εύρος θερμοκρασιών για την καταπολέμηση των φυτοπαθογόνων (πηγή: Πατακιούτας, 2002)	83
Πίνακας 2.3: Χρόνος φύτευσης μετά από απολύμανση του εδάφους με dazomet (εδάφη κανονικά με μέτρια υδατοϊκανότητα) (πηγή: Ανώνυμος, 2005)	92
Πίνακας 2.4: Συγκέντρωση χημικών ουσιών του εμπορικού προϊόντος PERLKA® (πηγή: AlzChem Group AG, 2018).....	96
Πίνακας 3.1: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020).....	109
Πίνακας 3.2: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	111
Πίνακας 3.3: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	113
Πίνακας 3.4: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	114
Πίνακας 3.5: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών, ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στην Ελλάδα, 2013 και 2016 (πηγή: Eurostat, 2020).115	

Πίνακας 3.6: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) που φυτεύτηκαν με λαχανικά, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	116
Πίνακας 3.7: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) με καλλιέργεια ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	117
Πίνακας 3.8: Τομάτες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	118
Πίνακας 3.9: Αγγούρια θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	121
Πίνακας 3.10: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	124
Πίνακας 3.11: Πιπεριές θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	126
Πίνακας 4.1: Ένζυμα και μικροοργανισμοί που εμπλέκονται στην αποικοδόμηση των φυτοφαρμάκων.....	137

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 3.1: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	110
Διάγραμμα 3.2: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	112
Διάγραμμα 3.3: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020).....	113
Διάγραμμα 3.4: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)	114
Διάγραμμα 3.5: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών, ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στην Ελλάδα, 2013 και 2016 (πηγή: Eurostat, 2020).115	
Διάγραμμα 3.6: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) που φυτεύτηκαν με λαχανικά, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	116

Διάγραμμα 3.7: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) με καλλιέργεια ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	117
Διάγραμμα 3.8: Τομάτες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	120
Διάγραμμα 3.9: Τομάτες θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	120
Διάγραμμα 3.10: Αγγούρια θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	122
Διάγραμμα 3.11: Αγγούρια θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	123
Διάγραμμα 3.12: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	125
Διάγραμμα 3.13: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)	125
Διάγραμμα 3.14: Πιπεριές θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	127
Διάγραμμα 3.15: Πιπεριές θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020).....	128

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1.1: Πύθιο - <i>Pythium sp.</i> (πηγή: https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1577592).....	26
Εικόνα 1.2: Πύθιο (πηγή: https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=530&aut=52862&div=2).....	26
Εικόνα 1.3: Φουζάριο - <i>Fusarium sp.</i> (πηγή: https://www.pestnet.org/fact_sheets/cabbage_fusarium_wilt_132.htm)	28
Εικόνα 1.4: Φουζάριο (πηγή: http://thunderhouse4-yuri.blogspot.com/2012/06/fusarium-oxysporum.html).....	28

Εικόνα	1.5:	Βερτιτσίλιο	-	<i>Verticillium</i>	<i>sp.</i>	(πηγή: https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=10993).....	30
Εικόνα	1.6:	Βερτιτσίλιο		(πηγή: https://www.invasive.org/browse/taxthumb.cfm?fam=4529&genus=Verticillium)			30
Εικόνα	1.7:	Φυτόφθορα	-	<i>Phytophthora</i>	<i>sp.</i>	(πηγή: https://www.forestryimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=953&cat=35).....	31
Εικόνα	1.8:	Φυτόφθορα		(πηγή: https://medium.com/@grdninfoonline/phytophthora-root-rot-symptoms-treatment-prevention-8755d34e4a1c)			31
Εικόνα	1.9:	Ριζοκτόνια	-	<i>Rhizoctonia</i>	<i>sp.</i>	(πηγή: https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=6941&Area=62&class=323)	32
Εικόνα	1.10:	Ριζοκτόνια		(πηγή: semanticscholar.org/paper/Multinucleate-Rhizoctonia-sp.%3A-Pathogen-of-sugar-of-Vico-Janković/a5ba36c6a38e78aa579d5e01737c4a5127b4916b)			32
Εικόνα	1.11:	Σκληρωτία	-	<i>Sclerotinia</i>	<i>sp.</i>	(πηγή: https://www.floraldaily.com/article/9205724/preventing-and-controlling-white-mold-sclerotinia-during-greenhouse-crop-production/)	33
Εικόνα	1.12:	Σκληρωτία		(πηγή: https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_images_detail_en.php?id=21040).....			33
Εικόνα	1.13:	Τέλειο	έντομο	σιδηροσκώληκα		(πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Agriotes)	35
Εικόνα	1.14:	Προνύμφη		σιδηροσκώληκα		(πηγή: https://arthropodafotos.de/dbsp.php?lang=eng&sc=1&ta=t_35_coleo_pol_ela&sci=Elateridae &scisp=sp.).....	35
Εικόνα	1.15:	Τέλειο	έντομο	μηλολόνηθης		(πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cockchafer_-_Melolontha_melolontha_(41751778121).jpg).....	36
Εικόνα	1.16:	Προνύμφη		μηλολόνηθης		(πηγή: https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Melolontha+melolontha)	36
Εικόνα	1.17:	Τέλειο	έντομο	αγρότιδας		(πηγή: https://www.galerie-insecte.org/galerie/Agrotis_sp.html).....	38

Εικόνα 1.18: Προνόμφη αγρότιδας (πηγή: https://www.galerie-insecte.org/galerie/Agrotis_sp.html).....	38
Εικόνα 1.19: Τέλειο έντομο γρυλλοτάλας (πηγή: https://www.koppert.com/challenges/crickets/european-mole-cricket/)	39
Εικόνα 1.20: Στάδια ανάπτυξης γρυλλοτάλας (πηγή: https://blogs.ifas.ufl.edu/pestaalert/2017/08/20/turf-pests-mole-crickets/).....	39
Εικόνα 1.21: <i>Meloidogyne sp.</i> - Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών (πηγή: https://www.agrolink.com.br/problemas/nematoide-das-galhas_523.html).....	42
Εικόνα 1.22: Κομβολόγιασμα των ριζών (πηγή: http://203.64.245.61/web_crops/tomato/nematode_tomato.pdf).....	42
Εικόνα 1.23: Διάγραμμα κύκλου ζωής των ειδών του γένους <i>Meloidogyne</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	44
Εικόνα 1.24: <i>Heterodera sp.</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	45
Εικόνα 1.25: Κύστες <i>Heterodera sp.</i> σε ρίζες λάχανου (πηγή: https://www.seminis-andina.com/recursos/guias-de-enfermedades/cruciferas/cabbage-cyst/).....	45
Εικόνα 1.26: Διάγραμμα κύκλου ζωής των ειδών του γένους <i>Heterodera</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	46
Εικόνα 1.27: <i>Pratylenchus sp.</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	46
Εικόνα 1.28: Υγιείς και μολυσμένες ρίζες μπιζελιού - <i>Pratylenchus penetrans</i> (πηγή: https://www.agric.wa.gov.au/carrots/pratylenchus-penetrans-horticulturally-significant-root-lesion-nematode?page=0%2C1)	46
Εικόνα 1.29: <i>Ditylenchus dispaci</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	47
Εικόνα 1.30: Παραμορφωμένα και σπασμένα φύλλα κρεμμυδιού - <i>Ditylenchus dispaci</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	47
Εικόνα 1.31: <i>Aphelenchoides fragariae</i> (πηγή: Nemaplex, 2020).....	48
Εικόνα 1.32: Ζημιιά σε φύλλα Χόστας - <i>Aphelenchoides sp.</i> (πηγή: Nemaplex, 2020)	48
Εικόνα 1.33: Υγρή βακτηριακή σήψη - <i>Erwinia carotovora</i> (πηγή: https://agronomie.info/fr/genre-erwinia-carotovora/).....	50

Εικόνα 1.34: Υγρή βακτηριακή σήψη σε φύλλα ορχιδέας (πηγή: https://www.flickr.com/photos/scotnelson/5833345620)	50
Εικόνα 1.35: Καρκίνος ή όγκος του λαιμού - <i>Agrobacterium tumefaciens</i> (πηγή: https://www.labroots.com/trending/microbiology/1518/better-know-a-microbe-agrobacterium-tumefaciens)	52
Εικόνα 1.36: Καρκίνος σε βλαστό τριανταφυλλιάς (πηγή: https://ugaurbanag.com/crown-gall-of-rose/)	52
Εικόνα 1.37: Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση - <i>Xanthomonas campestris</i> (πηγή: https://alchetron.com/Xanthomonas-campestris).....	53
Εικόνα 1.38: Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση σε φύλλα πελαργόνιου (πηγή: https://www.biodiversidadvirtual.org/peces/Xanthomonas-campestris-pv.-pelargonii-1-3-img1198.html).....	53
Εικόνα 1.39: Ο ιός TSWV σε φύλλο κάλλας (πηγή: https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/photos/calla-lily-tomato-spotted-wilt-virus-tswv)	56
Εικόνα 1.40: Ο ιός TSWV σε φύλλο τομάτας (πηγή: http://veggiescout.ca.uky.edu/tomato-spottedwiltvirusontomato)	56
Εικόνα 1.41: Ο ιός ArMV σε φύλλο βίγκας (πηγή: https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/brief/2013/arabis/)	57
Εικόνα 1.42: Ο ιός ArMV σε φύλλο χόστας (πηγή: https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5460056).....	57
Εικόνα 1.43: Ζωχός ετήσιος - <i>Sonchus oleraceus</i> (πηγή: https://www.minnesotawildflowers.info/flower/common-sowthistle)	59
Εικόνα 1.44: Άνθη και φύλλα ετήσιου ζωχού - (πηγή: https://www.flickr.com/photos/42267636@N08/35698220493)	59
Εικόνα 1.45: Καψέλλα - <i>Capsella bursa-pastoris</i> (πηγή: https://www.tidygardens.uk/capsella-bursa-pastoris/).....	60
Εικόνα 1.46: Άνθη και καρποί καψέλλας (πηγή: http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Brassicaceae_Capsella_bursa-pastoris_8627.html).....	60

Εικόνα 1.47: Σινάπι άγριο - <i>Sinapis arvensis</i> (πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sinapis_arvensis_pont-aval-revigny-ornain_55_05062005_2.JPG)	61
Εικόνα 1.48: Άνθη και καρποί άγριου σιναπιού (πηγή: https://www.greekflora.gr/el/flowers/3393/Sinapis-arvensis-L-1753-subsp-arvensis)	61
Εικόνα 1.49: Στελλάρια - <i>Stellaria media</i> (πηγή: http://www.eattheweeds.com/chickweed-connoisseurs-2/)	62
Εικόνα 1.50: Άνθη στελλάριας (πηγή: https://www.sciencephoto.com/media/65165/view/chickweed-stellaria-media-ssp-media-)	62
Εικόνα 1.51: Αιματόχορτο - <i>Digitaria sanguinalis</i> (πηγή: https://alchetron.com/Digitaria-sanguinalis)	64
Εικόνα 1.52: Άνθη αιματόχορτου (πηγή: https://www.nexles.com/articles/hairy-crabgrass-digitaria-sanguinalis/attachment/digitaria-sanguinalis-hairy-crabgrass-flower)	64
Εικόνα 1.53: Αντράκλα - <i>Portulaca oleracea</i> (πηγή: https://wimastergardener.org/article/common-purslane-portulaca-oleracea/)	65
Εικόνα 1.54: Άνθη αντράκλας (πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Purslane_(Portulaca_oleracea)__(6292408931).jpg)	65
Εικόνα 1.55: Λουβουδιά - <i>Chenopodium album</i> (πηγή: https://www.canr.msu.edu/resources/common-lambsquarters-chenopodium-album).....	66
Εικόνα 1.56: Άνθη λουβουδιάς (πηγή: http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Chenopodiaceae_Chenopodium_album_17820.html).....	66
Εικόνα 1.57: Τριβόλι - <i>Tribulus terrestris</i> (πηγή: https://www.backyardnature.net/n/h/tribulus.htm).....	67
Εικόνα 1.58: Άνθη και καρποί τριβολιού (πηγή: http://herbalsatt.blogspot.com/2011/02/24-gokshura.html).....	67
Εικόνα 1.59: Κουφάγκαθο - <i>Silybum marianum</i> (πηγή: https://www.iewf.org/weedid/Silybum_marianum.htm).....	68
Εικόνα 1.60: Άνθη κουφάγκαθου (πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Silybum_marianum).....	68

Εικόνα	1.61:	Αγριάδα	-	<i>Cynodon dactylon</i>	(πηγή: https://www.biolib.cz/en/image/id12430/)	70
Εικόνα	1.62:	Άνθη	αγριάδας		(πηγή: http://www.maltawildplants.com/POAC/Cynodon_dactylon.php)	70
Εικόνα	1.63:	Κίρσιο	-	<i>Cirsium arvense</i>	(πηγή: https://www2.dijon.inrae.fr/hyppa/hyppa-a/cirar_ah.htm)	71
Εικόνα	1.64:	Άνθη	κίρσιου		(πηγή: https://worldoffloweringplants.com/cirsium-arvense-creeping-thistle-canada-thistle/)	71
Εικόνα	1.65:	Κύπερη	-	<i>Cyperus sp.</i>	(πηγή: http://www.eplants.com.au/nut-grass)	72
Εικόνα	1.66:	Άνθη	κύπερης		(πηγή: https://candidegardening.com/ZA/plants/eaabf98455d9bdfef9c454fdb2e39446)	72
Εικόνα	1.67:	Περικοκλάδα	-	<i>Convolvulus arvensis</i>	(πηγή: https://www.greekflora.gr/el/flowers/2421/Convolvulus-arvensis)	73
Εικόνα	1.68:	Άνθη	περικοκλάδας		(πηγή: https://en.clipdealer.com/photo/media/A:42548985)	73
Εικόνα	1.69:	Κουσκούτα	-	<i>Cuscuta sp.</i>	(πηγή: https://lriss.ca/species/parasitic-dodder-cuscuta-spp)	74
Εικόνα	1.70:	Άνθη	κουσκούτας		(πηγή: https://www.flickr.com/photos/andreaskay/15076771693/in/photostream/)	74
Εικόνα	1.71:	Οροβάγγη	-	<i>Orobanche sp.</i>	(πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Broomrape-Orobanche-ramosa-L_fig1_274879990)	75
Εικόνα	1.72:	Άνθη	οροβάγγης		(πηγή: https://www.flickr.com/photos/46063510@N03/32779678736/lightbox/)	75
Εικόνα	2.1:	Διαδικασία	ηλιοαπολύμανσης		(πηγή: https://ag.umass.edu/fruit/ne-small-fruit-management-guide/general-information/weed-management-general-notice)	78
Εικόνα	2.2:	Ηλιοαπολύμανση	σε	θερμοκήπιο	(πηγή: http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film)	79
Εικόνα	2.3:	Τροχήλατος	ατμολέβητας	με	ειδικό κάλυμμα για την απολύμανση εδάφους θερμοκηπίου με ατμό (πηγή: https://www.moeschle.de/en/hood-steaming)	84

Εικόνα 2.4: Απολύμανση με ατμό με τη μέθοδο του «μπαλονιού» (πηγή: https://www.moeschle.de/en/deep-steaming)	85
Εικόνα 2.5: Απολύμανση με ατμό με τη χρήση ειδικού καλύμματος (πηγή: https://www.moeschle.de/en/hood-steaming).....	85
Εικόνα 2.6: Βιοαπολύμανση σε θερμοκήπιο (πηγή: http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film).....	87
Εικόνα 2.7: Αναερόβια απολύμανση (πηγή: http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film).....	88
Εικόνα 4.1: Παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά των φυτοφαρμάκων (πηγή: Waskom <i>et al.</i> , 2017).....	129
Εικόνα 4.2: Προστατευτική ζώνη για την προστασία των επιφανειακών υδάτων (Waskom <i>et al.</i> , 2017).....	134

Πίνακας συντομογραφιών

APP	Acute pesticide poisoning	Οξεία δηλητηρίαση από φυτοφάρμακα
BMP	Best Management Practices	Βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης
DNA	Deoxyribonucleic acid	Δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ
EFSA	European Food Safety Authority	Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων
FAO	Food and Agriculture Organization	Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας
RNA	Ribonucleic acid	Ριβοζονουκλεϊκό οξύ
SDH	Succinate DeHydrogenase	
SQR	Succinate Quinone Reductase	
TIF	Total impermeable film	Ολικά αδιαπέραστο φιλμ
US EPA	United States Environmental Protection Agency	Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών
WHO	World Health Organization	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
ΑΟΚ	Ανάτατα όρια καταλοίπων	
ΕΑ	Ευρωπαϊκή Απόφαση	
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση	
ΕΕΚ	Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός	
ΕΖΕΣ	Ευρωπαϊκή Ζώνη Ελεύθερων Συναλλαγών	
ΕΚ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα	
ΕΚ	Ευρωπαϊκός Κανονισμός	
ΕΚΟ	Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία	
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή	
ΕΟ	Ευρωπαϊκή Οδηγία	
ΕΟΚ	Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα	
ΕΣ	Ευρωπαϊκή Σύσταση	
ΚΥΑ	Κοινή Υπουργική Απόφαση	
ΝΔ	Νομοθετικό Διάταγμα	
ΠΔ	Προεδρικό Διάταγμα	
ΥΑ	Υπουργική Απόφαση	
ΥΓΦΠΠ	Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος	
ΥΠΑΑΤ	Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων	
ΦΕΚ	Φύλλον της Εφημερίδας της Κυβερνήσεως	

Εισαγωγή

Ένα σημαντικό κομμάτι της γεωργίας στην Ελλάδα αποτελούν και οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες, οι οποίες προσβάλλονται από διάφορους εχθρούς και ασθένειες του εδάφους, καθώς και από ζιζάνια τα οποία στερούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από τα καλλιεργούμενα φυτά. Συνέπεια όλων αυτών των εδαφογενών παθογόνων είναι η σημαντική μείωση των αποδόσεων των καλλιεργειών και οι μεγάλες οικονομικές απώλειες.

Επομένως, για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων είναι αναγκαίες αποτελεσματικές και ουσιαστικές λύσεις, ώστε στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες να επικρατούν οι κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των φυτών. Η απολύμανση του εδάφους, καθώς και τα καλλιεργητικά – προληπτικά και μηχανικά μέτρα είναι οι πιο ενδεδειγμένες λύσεις.

Στο 1^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα εδαφογενή προβλήματα, όπως οι προσβολές από μύκητες (πύθιο, φουζάριο, βερτιτσίλιο, φυτόφθορα, ριζοκτόνια, σκληρωτίνια κ.ά.), οι επιθέσεις από έντομα στα διάφορα στάδια ανάπτυξής τους (σιδηροσκώληκες, ασπροσκώληκες, αγρότιδες, γρυλλοτάλα κ.ά.), οι προσβολές από νηματώδεις (*Meloidogyne sp.*, *Pratylenchus sp.*, *Ditylenchus sp.*, *Aphelenchoides sp.* κ.ά.), οι προσβολές από βακτήρια (*Erwinia carotovora*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Xanthomonas campestris*, *Erwinia chrysanthemi* κ.ά.), οι προσβολές από ιούς (Tomato spotted wilt virus – TSWV, Arabis mosaic virus – ArMV κ.ά.), καθώς και τα ζιζάνια (ετήσια χειμερινά, ετήσια θερινά, διετή, πολυετή και παρασιτικά).

Στο 2^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μέθοδοι απολύμανσης εδάφους, οι οποίες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, τις φυσικές μεθόδους απολύμανσης, τις χημικές μεθόδους απολύμανσης και τον συνδυασμό αυτών των δύο. Επίσης, παρουσιάζονται τα καλλιεργητικά – προληπτικά και μηχανικά μέτρα, τα οποία είναι ένα πολύ σημαντικό κομμάτι για την προστασία των καλλιεργειών από ανεπιθύμητους εχθρούς και ασθένειες.

Στο 3^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο τομέας των θερμοκηπιακών καλλιεργειών στη Ελλάδα, καθώς αποτελούν μια δυναμική έκφραση της πρωτογενούς παραγωγής.

Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι διεργασίες μεταφοράς και διάσπασης των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον που χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά εδάφους.

Στο 5^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι επιπτώσεις της χρήσης των φυτοφαρμάκων στον άνθρωπο και στο περιβάλλον, καθώς και οι επιπτώσεις μέσω των βασικών προϊόντων διατροφής.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται το νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και της Ελλάδας για τα φυτοφάρμακα που εντοπίζονται στο πόσιμο νερό, για τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα και για την διάθεση των φυτοφάρμακων στην αγορά.

Κεφάλαιο 1: Εδαφογενή προβλήματα

Τα σημαντικότερα εδαφογενή προβλήματα που σχετίζονται με τις καλλιέργειες φυτών αφορούν προσβολές από παθογόνους μικροοργανισμούς όπως μύκητες, νηματώδεις, βακτήρια και ιούς. Μεγάλες ζημιές μπορούν επίσης να προκληθούν από άλλα φυτά όπως τα ζιζάνια και από τις επιθέσεις των εντόμων. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, τα ζιζάνια και τα έντομα μειώνουν την παραγωγή έως και 31-42% τον χρόνο σε παγκόσμιο επίπεδο (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Οι τρόποι αντιμετώπισης των παραπάνω εδαφογενών προβλημάτων θα πρέπει να είναι κατευθυνόμενοι, αποφεύγοντας τις υπερβολές που μπορεί να οδηγήσουν σε φαινόμενα ανθεκτικότητας, αποτυχία καταπολέμησης και αυξημένο κόστος παραγωγής.

1.1 Μύκητες

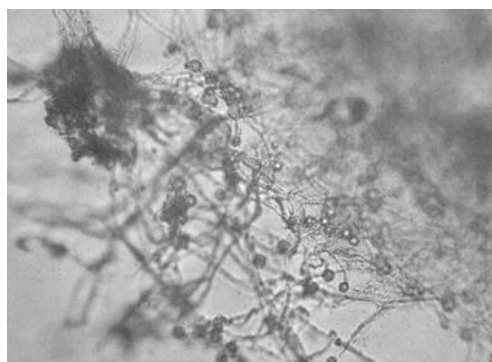
Οι μύκητες μαζί με τα βακτήρια κατέχουν την πρώτη θέση με βάση τη σειρά αξιολόγησης του ποσοστού των ασθενειών που προκαλούν. Βρίσκονται παντού στην φύση και πολλοί από αυτούς ζουν στο έδαφος, πάνω σε αυτοφυή και καλλιεργούμενα φυτά, στο νερό και αλλού (Ελευθεριάδου, 2003).

Αν και κάποια είδη επιφέρουν σημαντικές ζημιές στην γεωργία, εν τούτοις άλλα παρέχουν και οφέλη. Σαπροφυτικοί μύκητες που ζουν στο έδαφος διασπών την οργανική ουσία και παρέχουν στα φυτά διάφορες αφομοιώσιμες ουσίες. Επίσης, συμβάλλουν και στην αύξηση γονιμότητας του εδάφους (Ελευθεριάδου, 2003).

1.1.1 Πόθιο (*Pythium sp.*)



Εικόνα 0.1: Πόθιο - *Pythium sp.* (πηγή: <https://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1577592>)



Εικόνα 0.2: Πόθιο (πηγή: <https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=530&aut=52862&div=2>)

Η προσβολή από το πύθιο εμφανίζεται κατά κηλίδες-θέσεις στο σπορείο. Αρχικά μια υδαρής σκουρόχρωμη κηλίδα εμφανίζεται στο λαιμό των φυταρίων που εξελίσσεται σε σήψη. Ο λεπτός βλαστός των φυτών λεπταίνει καθώς η προσβολή εξαπλώνεται και τελικά τα νεαρά φυτά να μαραίνονται. Η σήψη μπορεί να είναι προφυτρωτική, δηλαδή πριν την έξοδο του φυταρίου από το υπόστρωμα ή μεταφυτρωτική, δηλαδή μετά την έξοδο του φυταρίου από το υπόστρωμα (Παναγόπουλος, 2003).

Επίσης, προσβάλλει τα μοσχεύματα, στα οποία προκαλεί σήψη στη βάση τους και προχωρώντας η ασθένεια προς τα πάνω, τα φύλλα αρχίζουν να μαραίνονται με αποτέλεσμα την ξήρανσή τους. Επιπλέον, προσβάλλει και τα ανεπτυγμένα φυτά με συνέπεια να ρίχνουν τα φύλλα τους, να γίνονται καχεκτικά και να ξηραίνονται (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- το υπόστρωμα να είναι ελαφρύ και καλά αποστραγγιζόμενο ώστε να μην κρατά υπερβολική υγρασία. Η προσθήκη ποταμίσιας άμμου διευκολύνει την παραπάνω διεργασία
- τα ποτίσματα των φυτών να γίνονται μόνο πρωινές ώρες και προσεκτικά
- να αποφεύγεται η πυκνή σπορά
- κατάλληλο σύστημα αερισμού για μείωση της υγρασίας
- να χρησιμοποιείται προβλαστημένος σπόρος και αβαθής σπορά ώστε η έξοδος των φυταρίων να επιταχυνθεί περιορίζοντας τον χρόνο έκθεσης στις προσβολές των μυκήτων
- να γίνεται απολύμανση του υποστρώματος
- τήρηση των κανόνων υγιεινής
- αφαίρεση και καταστροφή προσβεβλημένων βλαστών και φυτών και
- μοσχεύματα από υγιείς φυτείες

Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- απολύμανση του υποστρώματος με απολυμαντικά εδάφους, μυκητοκτόνα ή και με θερμότητα και
- επικάλυψη του σπόρου με πολυδύναμο μυκητοκτόνο.

Αντιμετώπιση με βιολογικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004):

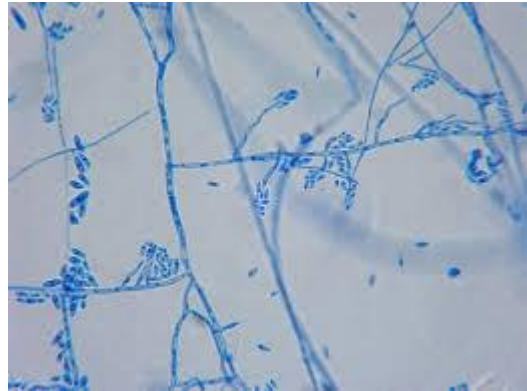
- με τους μύκητες *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. Hamatum* και *T. Aureoviride* και

- με τα βακτήρια *Bacillus subtilis*, *B. pumilus* και *B. cereus*.

1.1.2 Φουζάριο (*Fusarium sp.*)



Εικόνα 0.3: Φουζάριο - *Fusarium sp.* (πηγή: https://www.pestnet.org/fact_sheets/cabbage_fusarium_wilt_132.htm)



Εικόνα 0.4: Φουζάριο (πηγή: <http://thunderhouse4-yuri.blogspot.com/2012/06/fusarium-oxysporum.html>)

Περιλαμβάνει αρκετά είδη μυκήτων τα οποία είναι ευρύτατα διαδεδομένα και προσβάλλουν μεγάλο αριθμό φυτών. Συνήθως η προσβολή εμφανίζεται στο στέλεχος λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Τα κυριότερα φυτοπαθογόνα είδη είναι το *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi* και το *Fusarium solani* (Παναγόπουλος, 2003).

Ο *Fusarium oxysporum f. sp. dianthi* επιβιώνει στο έδαφος μέχρι και 14 χρόνια σε βάθος μέχρι 80 cm με τα γλαυδοσπόρια. Μεταδίδεται με το μολυσμένο πολλαπλασιαστικό υλικό και τα μολυσμένα υπολείμματα της καλλιέργειας. Τα κονίδια που παράγονται μεταφέρονται με τον αέρα, το νερό του ποτίσματος ή της βροχής και προκαλούν νέες μολύνσεις. Ευνοείται από τις υψηλές θερμοκρασίες με άριστη αυτή που κυμαίνεται από 25-30 °C (Παναγόπουλος, 2003).

Ο *Fusarium solani* προκαλεί τήξη σπορίων και σήψη του λαιμού και των ριζών. Στο έδαφος διατηρείται με γλαυδοσπόρια και μολύνει τον σπόρο, τις ρίζες και τον λαιμό. Στον σπόρο μπορεί να είναι επιφανειακά ή στο εσωτερικό του. Η είσοδος του παθογόνου γίνεται είτε από τραύματα είτε από άθικτους ιστούς. Χαρακτηριστικό της προσβολής είναι η ξαφνική μάρανση και η ύπαρξη έντονης σκούρας σκοτεινής σήψης του φλοιού και μαλακής σήψης των ιστών στη βάση του στελέχους (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- συλλογή, απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων της καλλιέργειας
- υγιή νεαρά φυτά για μεταφύτευση
- μείωση υπερβολικής υγρασίας στο έδαφος. Το πότισμα να γίνεται μόνο πρωινές ώρες
- ισορροπημένη λίπανση
- απομάκρυνση κάθε προσβεβλημένου φυτού μαζί με το χώμα που περιβάλλει το ριζικό σύστημα
- απολύμανση του εδάφους (ηλιοαπολύμανση ή ατμός)
- ενσωμάτωση μυκητοκτόνων πριν την μεταφύτευση των φυτών
- χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών
- κατασκευή ικανοποιητικού στραγγιστικού δικτύου και
- τήρηση των κανόνων υγιεινής

Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- η ασθένεια μπορεί να αντιμετωπιστεί με ψεκασμούς των φυτών με μυκητοκτόνα τα οποία συνιστώνται και για τα μοσχεύματα.

Αντιμετώπιση με βιολογικά μέτρα (*Fusarium oxysporum f. sp. dianthi*) (Παναγόπουλος, 2003):

- με μη παθογόνα στελέχη του μύκητα *Fusarium oxysporum* και του *Fusarium roseum*
- με τα βακτήρια *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas putida*, *Alcaligenes sp.* και *Streptomyces griseoviridis* και
- με στελέχη του μύκητα *Trichoderma harzianum*

Αντιμετώπιση με βιολογικά μέτρα (*Fusarium solani*) (Παναγόπουλος, 2003):

- με τον ασκομύκητα *Nectria haematococca*.

1.1.3 Βερτιτσίλιο (*Verticillium sp.*)



Εικόνα 0.5: Βερτιτσίλιο - *Verticillium sp.* (πηγή: <https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=10993>)



Εικόνα 0.6: Βερτιτσίλιο (πηγή: <https://www.invasive.org/browse/taxthumb.cfm?fam=4529&genus=Verticillium>)

Προκαλείται συνήθως από δύο είδη *Verticillium*, το *Verticillium dahlia* και το *Verticillium albo-atrum*. Το *Verticillium dahlia* σχηματίζει καστανά έως μαύρα μικροσκληρώτια (80-120 x 15-50μm) και το *Verticillium albo-atrum* σχηματίζει μυκήλιο ίδιου χρώματος. Οι κονιδιοφόροι που σχηματίζουν είναι ελεύθεροι, ανορθωμένοι, υαλώδεις και πολυκύτταροι που έχουν χαρακτηριστική διακλάδωση κατά σπονδύλους (Παναγόπουλος, 2003).

Στη χώρα μας είναι σχεδόν αποκλειστικά υπεύθυνο για την ασθένεια το *Verticillium dahlia*. Έχει μεγάλο φάσμα φυτών-ξενιστών όπως κηπευτικά, καλλωπιστικά, πυρηνόκαρπα, βιομηχανικά φυτά κ.ά. (Παναγόπουλος, 2003).

Η βερτισιλλίωση ευνοείται όταν η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 20-24 °C. Η μετάδοση του παθογόνου γίνεται από το έδαφος, στο οποίο μπορεί να επιβιώσει για πολλά χρόνια (αναφέρεται 8-14 χρόνια) με την μορφή μικροσκληρωτίων και μυκηλίου σε διάφορα υπολείμματα φυτών-ξενιστών. Η μετάδοσή του επίσης γίνεται και με μολυσμένα μοσχεύματα, ιδίως όταν αυτά έχουν λανθάνουσα μόλυνση ή και με διάφορα ζιζάνια-ξενιστές του. Η μόλυνση των φυτών γίνεται με την είσοδο του παθογόνου από τις ρίζες (Παναγόπουλος, 2003).

Τα αρχικά συμπτώματα της ασθένειας είναι η χλόρωση και ο μαρασμός της περιφέρειας του ελάσματος των κατώτερων φύλλων. Η περιοχή που έχει προσβληθεί μεγαλώνει μέχρι ολόκληρο το φύλλο τελικά να μαραθεί και να ξηρανθεί. Επίσης, παρατηρείται συχνά χλόρωση των νεύρων σχεδόν ταυτόχρονα με την χλόρωση της περιφέρειας του φύλλου. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στη μια πλευρά του ελάσματος του φύλλου ή στη μια πλευρά του φυτού με κατάληξη να προσβάλλεται ολόκληρο το φυτό (Παναγόπουλος, 2003).

Οι βλαστοί και τα άνθη ή και ολόκληρο το φυτό που έχουν προσβληθεί μπορεί να εμφανίσουν νανισμό. Παρατηρείται μεταχρωματισμός στα νεύρα και στο σημείο προσφύσεως του φύλλου στο βλαστό αλλά όχι στα αγγεία του ξύλου. Επίσης, δεν παρατηρούνται συμπτώματα στις ρίζες. Τα φυτά που έχουν προσβληθεί έντονα από την ασθένεια σπανίως παράγουν εμπορεύσιμα άνθη ή καρπούς (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού (φυτών, μοσχευμάτων, εμβολίων σε αγρό που δεν έχει μολυνθεί)
- χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών ή υποκειμένων και
- αποφυγή εγκατάστασης φυτειών σε εδάφη που για μεγάλο χρονικό διάστημα καλλιεργήθηκαν με ευπαθή ετήσια φυτά (σολανώδη, βαμβάκι κ.ά.).

Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

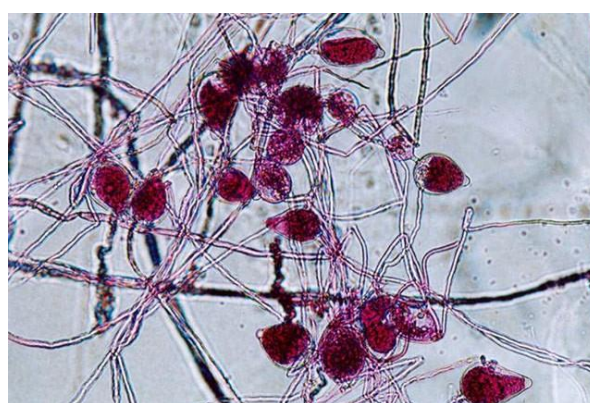
δεν υπάρχει τρόπος χημικής καταπολέμησης της βερτισιλλίωσης.

Εάν είναι αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν τα μολυσμένα εδάφη πρέπει να πραγματοποιηθεί απολύμανση με χημικά απολυμαντικά. Επίσης, απολύμανση μπορεί να γίνει και με την ηλιακή θερμότητα (ηλιοαπολύμανση). Τέλος, μπορεί να γίνει και βιολογική καταπολέμηση της ασθένειας με την χρησιμοποίηση ανταγωνιστικών μικροοργανισμών, οι οποίοι ανταγωνίζονται το παθογόνο πριν και κατά την διάρκεια της μόλυνσης (Παναγόπουλος, 2003).

1.1.4 Φυτόφθορα (*Phytophthora sp.*)



Εικόνα 0.7: Φυτόφθορα - *Phytophthora sp.*
(πηγή: <https://www.forestryimages.org/browse/subthumb.cfm?sub=953&cat=35>)



Εικόνα 0.8: Φυτόφθορα (πηγή: <https://medium.com/@grdninfoonline/phytophthora-root-rot-symptoms-treatment-prevention-8755d34e4a1c>)

Η φυτόφθορα προκαλεί διάφορα συμπτώματα στα φυτά όπως μαρασμό νανισμό και εμφάνιση κίτρινων φύλλων, σήψη και ξήρανση των ριζών έλκη στο λαιμό και το ξύλο του στελέχους να εμφανίζει ερυθροκαστανό μεταχρωματισμό. Οι βλαστοί αρχίζουν να ξηραίνονται από την κορυφή προς τα κάτω, σχηματίζοντας καστανά έλκη και τα φύλλα εμφανίζουν καστανές μέχρι μαύρες ακανόνιστες κηλίδες (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- μείωση της εδαφικής υγρασίας (καλή αποστράγγιση κτλ.) και
- απολύμανση του εδάφους (ηλιοαπολύμανση κτλ.).

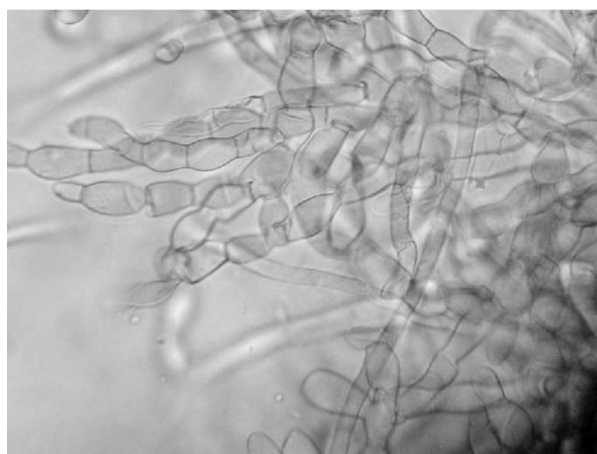
Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- σε μη απολυμασμένα εδάφη πρέπει να γίνεται εφαρμογή μυκητοκτόνων.

1.1.5 Ριζοκτόνια (*Rhizoctonia sp.*)



Εικόνα 0.9: Ριζοκτόνια - *Rhizoctonia sp.*
(πηγή:
<https://www.invasive.org/browse/subthumb.cfm?sub=6941&Area=62&class=323>)



Εικόνα 0.10: Ριζοκτόνια (πηγή:
[semanticscholar.org/paper/Multinucleate-Rhizoctonia-sp.%3A-Pathogen-of-sugar-of-Vico-Janković/a5ba36c6a38e78aa579d5e01737c4a5127b4916b](https://www.semanticscholar.org/paper/Multinucleate-Rhizoctonia-sp.-%3A-Pathogen-of-sugar-of-Vico-Janković/a5ba36c6a38e78aa579d5e01737c4a5127b4916b))

Η ριζοκτόνια οφείλεται στον εδαφογενή μύκητα *Rhizoctonia solani*, ο οποίος έχει πολύ μεγάλο εύρος ξενιστών φυτών και προκαλεί σοβαρά προβλήματα στα φυτά. Η είσοδος του παθογόνου μέσα στο φυτό γίνεται από πληγές ή εξασθενημένους φυτικούς ιστούς. Περισσότερο ευπαθή είναι τα μοσχεύματα παρά τα εγκατεστημένα φυτά (Παναγόπουλος, 2003).

Στη βάση του στελέχους σχηματίζεται καστανό έλκος συνήθως χωρίς να προσβάλλονται οι ρίζες. Αρχικά το έλκος είναι ξηρό και χρώματος καστανού ανοιχτού, ενώ στην επιφάνεια

καλύπτεται με την καστανή εξάνθηση του παθογόνου. Επίσης, στο σημείο της προσβολής το στέλεχος εξασθενεί και προκαλείται το σπάσιμο του στη περιοχή του λαιμού (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- μοσχεύματα από υγιείς φυτείες
- ριζοβόληση μοσχευμάτων σε απολυμασμένο υπόστρωμα
- απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών
- απολύμανση του εδάφους
- έδαφος καλά αποστραγγιζόμενο
- αποφυγή υπερβολικού ποτίσματος

Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- εφαρμογή μυκητοκτόνων στο έδαφος
- ψεκασμός των φυτών με μυκητοκτόνα ή μέσω της άρδευσης.

Αντιμετώπιση με βιολογικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004):

- με τους μύκητες *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* και *T. aureoviride* και
- με τα βακτήρια *Bacillus subtilis*, *B. Pumilus*, *B. cereus* και *Verticillium biguttatum*.

1.1.6 Σκληρωτία (*Sclerotinia* sp.)



Εικόνα 0.11: Σκληρωτία - *Sclerotinia* sp. (πηγή: <https://www.floraldaily.com/article/9205724/preventing-and-controlling-white-mold-sclerotinia-during-greenhouse-crop-production/>)



Εικόνα 0.12: Σκληρωτία (πηγή: https://www.gene.affrc.go.jp/databases-micro_images_detail_en.php?id=21040)

Ο ασκομύκητας *Sclerotinia sclerotiorum* προκαλεί σοβαρές ασθένειες σε μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων φυτών. Προσβάλλει πολλά καλλωπιστικά φυτά σε θερμοκηπιακές και υπαίθριες καλλιέργειες. Προκαλεί σήψεις των ριζών, του λαιμού, των στελεχών και του φυλλώματος. Επίσης, προκαλεί και τήξεις των νεαρών φυταρίων (Παναγόπουλος, 2003).

Η μόλυνση από το παθογόνο εμφανίζεται στην περιοχή του λαιμού των φυτών ως υδατώδης μεταχρωματισμός των ιστών ο οποίος εξαπλώνεται προς το στέλεχος. Το έλκος που σχηματίζεται είναι μαλακό, υπόλευκο έως στακτόχροο. Το φύλλωμα του φυτού πάνω από την προσβολή γίνεται χλωρωτικό με συνέπεια να μαραίνεται και να ξηραίνεται. Όταν επικρατεί υψηλή υγρασία οι περιοχές που έχουν προσβληθεί καλύπτονται από πλούσιο, πυκνό λευκό, βαμβακώδες μυκήλιο μέσα στο οποίο σχηματίζονται μαύρα, μεγάλα (2-12 x 2-5 mm) σκληρώτια του παθογόνου (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- εκρίζωση, απομάκρυνση και καταστροφή των φυτών που έχουν προσβληθεί

Αντιμετώπιση με χημικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- προληπτικοί ψεκασμοί των φυτών με μυκητοκτόνο.

Αντιμετώπιση με βιολογικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004):

- με τους μύκητες *Glaiocladium catenulatum*, *G. roseum*, *G. Virens*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. koningii*, *T. hamatum* και *T. aureoviride*.

1.2 Έντομα

Τα έντομα προκαλούν μεγάλες ζημιές στα λαχανοκομικά και καλλωπιστικά είδη, τόσο ως ενήλικα τρώγοντας το φύλλωμα, το στέλεχος και τον λαιμό των φυτών, όσο και ως προνύμφες απομυζώντας τους χυμούς των φυτών και τρώγοντας τις ρίζες τους (Πατακιούτας, 2004).

Γενικά, η βιολογική καταπολέμηση των εντόμων γίνεται με τη χρήση ακάρεων, όπως του παρασιτικού *Pyemotes spp.* εναντίον των προνυμφών των λεπιδοπτέρων και κολεοπτέρων και του αρπακτικού *Allothrobium pulvinum* εναντίον των προνυμφών των κολεοπτέρων. Ακόμα, με τη χρήση μυκήτων, όπως του *Beauveria bassiana* εναντίον των λεπιδοπτέρων, του *Beauveria brongniartii* και του *Metarhizium anisopliae* εναντίον των κολεοπτέρων της οικ. Scarabeidae. Με τη χρήση βακτηρίων, όπως του *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki* και

με τη χρήση ιών, όπως είναι οι ιοί της οικ. Baculoviridae εναντίον των προνυμφών των λεπιδοπτέρων (Πατακιούτας, 2004).

1.2.1 Σιδηροσκώληκες (*Agriotes sp.*)

Οικογένεια: Elateridae (Coleoptera)



Εικόνα 0.13: Τέλειο έντομο σιδηροσκώληκα (πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Agriotes>)



Εικόνα 0.14: Προνύμφη σιδηροσκώληκα (πηγή: https://arthropodafotos.de/dbsp.php?lang=eng&sc=1&ta=t_35_coleo_pol_ela&sci=Elateridae&scisp=sp.)

Οι σιδηροσκώληκες είναι πολυφάγα έντομα και προσβάλλουν πολλές καλλιέργειες όπως τα καλλωπιστικά φυτά, τα ποώδη ή θαμνώδη φυτά σπορειών, τα λαχανικά, τα σιτηρά και πολλά άλλα (Σταμόπουλος, 1994).

Τέλειο έντομο: είναι μακρόστενο με μαύρο ή καφέ σκούρο χρώμα και μήκος 6-17 mm ανάλογα με το είδος. Ενδιάμεσα στο πρόσπερνο και στο μεσόσπερνο υπάρχει μια σωματική κατασκευή που τους επιτρέπει να εκτινάσσονται με ένα χαρακτηριστικό ήχο και να επανέρχονται στη κανονική τους θέση όταν γυρίζουν ανάποδα. Λόγω αυτής της συμπεριφοράς πήρε και η οικογένεια το όνομά της (Σταμόπουλος, 1994).

Προνύμφη: στην αρχή έχει χρώμα υπόλευκο και στη συνέχεια παίρνει το χαρακτηριστικό κιτρινοκαφέ χρώμα και το δερμάτιό της σκληραίνει (Σταμόπουλος, 1994).

Βιολογία: τα τέλεια έντομα πετούν προς φωτεινές πηγές το βράδυ. Γεννούν τα αυγά τους μέσα στο έδαφος σε περιοχές με υγρασία η οποία παίζει καθοριστικό ρόλο στην επιβίωση τους (Σταμόπουλος, 1994).

Ζημιές: περιορισμένης σημασίας είναι οι ζημιές που προκαλούν στα υπέργεια τμήματα των φυτών. Οι προνύμφες προσβάλλουν κυρίως το ριζικό σύστημα και τα φυτικά μέρη κοντά στον λαιμό. Μια τέτοιου είδους προσβολή οδηγεί στο σπάσιμο των φυτών, ιδιαίτερα όταν

αυτά είναι μικρά, με αποτέλεσμα την ξήρανσή τους σε σύντομο χρονικό διάστημα. Οι ζημιές που προκαλούν συνήθως εμφανίζονται στον αγρό με την μορφή κηλίδων. Ο βιολογικός κύκλος του σιδηροσκώληκα διαρκεί 3-4 χρόνια. Τα είδη της οικογένειας Elateridae είναι από τα πλέον επιβλαβή και δυσεξόντωτα έντομα εδάφους. Μεγάλες ζημιές προκαλούν τα είδη *Agriotes odscurus*, *Agriotes lineatus* και *Agriotes sputator* (Σταμόπουλος, 1994).

Καταπολέμηση με καλλιεργητικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994):

- αγρανάπαυση για τουλάχιστον 4 χρόνια
- καταστροφή των αυτοφυών φυτών τα οποία είναι η τροφή για τις προνύμφες
- θερινά οργώματα και σβαρνίσματα
- αμειψισπορά με σκαλιστικές καλλιέργειες
- καλλιέργεια ανθεκτικών φυτών όπως μπιζέλια, λινάρι, φασόλια και σινάπι.

Καταπολέμηση με χημικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994):

- ενσωμάτωση εντομοκτόνων στο έδαφος
- επένδυση του σπόρου με εντομοκτόνο
- ταυτόχρονα με την σπορά χρησιμοποίηση κοκκώδους σκευάσματος και
- κατά την μεταφύτευση των νεαρών φυταρίων να γίνεται προσθήκη εντομοκτόνου στο νερό ποτίσματος.

1.2.2 Ασπροσκώληκες (*Melolontha melolontha*)

Οικογένεια: Scarabeidae (Coleoptera)



Εικόνα 0.15: Τέλειο έντομο μηλολόνης (πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cockchafer_-_Melolontha_melolontha_\(41751778121\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cockchafer_-_Melolontha_melolontha_(41751778121).jpg))



Εικόνα 0.16: Προνύμφη μηλολόνης (πηγή: <https://www.discoverlife.org/mp/20q?search=Melolontha+melolontha>)

Είναι πολυφάγο είδος που προσβάλλει τα κηπευτικά, τα καλλωπιστικά δέντρα και τους θάμνους, τα βολβώδη φυτά και πολλά δασικά είδη (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006).

Τέλειο έντομο: είναι χρώματος καστανόμαυρου καλυμμένο με υποκίτρινο χνούδι. Το μήκος του είναι περίπου 25-30 mm. Τα έλυτρα έχουν 5 χαρακτηριστικές επιμήκεις προεξοχές και η κοιλία του καταλήγει σε οξύληκτη απόφυση (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006).

Προνύμφη: είναι χρώματος λευκού και το σώμα της είναι χονδρό και κυρτό. Το μήκος της είναι περίπου 30-35 mm και το τελευταίο κοιλιακό τμήμα της είναι πιο σκοτεινό και θολό (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006).

Βιολογία: διαχειμάζει στο έδαφος είτε ως ενήλικο είτε ως προνύμφη. Την περίοδο της άνοιξης τα ενήλικα μετακινούνται προς τα δέντρα και τους θάμνους και τρέφονται με το φύλλωμά τους. Ο βιολογικός της κύκλος διαρκεί 3-5 χρόνια. Γεννά τα αυγά της στο έδαφος και σε βάθος 15-20 cm (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006).

Ζημιές: οι ζημιές που προκαλεί στα φυτά-ξενιστές είναι μεγάλες καθώς τρέφεται κυρίως με το φύλλωμά τους. Οι προνύμφες είναι παμφάγες και τρέφονται κυρίως με τα υπόγεια μέρη των φυτών (ρίζες, βολβούς, κονδύλους κ.ά.) (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006).

Καταπολέμηση με καλλιεργητικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006):

- αποτελεσματικό έλεγχο των ζιζανίων
- όργωμα του εδάφους, ειδικά με περιστρεφόμενες μηχανές, ώστε πολλές προνύμφες να θανατώνονται ή να έρχονται στην επιφάνεια και να γίνονται τροφή για τα πουλιά. Το όργωμα είναι αποτελεσματικό μόνο όταν εφαρμόζεται το καλοκαίρι, διότι το χειμώνα, οι προνύμφες είναι πολύ βαθιά στο έδαφος.

Καταπολέμηση με χημικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004; Huiting *et al.*, 2006):

- εφαρμογή εντομοκτόνων στο έδαφος και
- εμφάνιση των σπόρων και των βολβών πριν την φύτευσή τους με κατάλληλα εντομοκτόνα.

1.2.3 Αγρότιδες (*Agrotis segetum*)

Οικογένεια: Noctuidae (Lepidoptera)



Εικόνα 0.17: Τέλειο έντομο αγρότιδας (πηγή: https://www.galerie-insecte.org/galerie/Agrotis_sp.html)



Εικόνα 0.18: Προνύμφη αγρότιδας (πηγή: https://www.galerie-insecte.org/galerie/Agrotis_sp.html)

Τέλειο έντομο: το άνοιγμα των μπροστινών φτερών του είναι περίπου 4 cm, σκούρου καφέ χρώματος με μια νεφροειδή κηλίδα στα 2/3 της απόστασης από το σημείο πρόσφυσης των πτερύγων έως το άκρο τους. Άλλη μια μικρότερη ελλειψοειδής κηλίδα υπάρχει στο μισό αυτής της απόστασης. Και η δύο περιβάλλονται από μια στενή σκούρα γραμμή. Στο αρσενικό τα πίσω φτερά είναι λευκά ενώ στα θηλυκά είναι γκριζα. Σε απόσταση περίπου 1mm γύρο από την περιφέρεια των φτερών υπάρχει μια λεπτή ταινιοειδής μπορντούρα μαύρου χρώματος (Σταμόπουλος, 1994).

Προνύμφη: το χρώμα της είναι γκριζωπό και στο ραχιαίο τμήμα της φέρει 2 κατά μήκος παράλληλες γραμμές. Σε κάθε τμήμα της φέρει 4 μαύρες κηλίδες από τις οποίες εξέρχεται μια μικρή τρίχα. Οι κοιλιακοί ψευδόποδες φέρουν 10-12 άγκιστρα. Όταν βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας ή όταν ενοχληθούν κουλουριάζονται με χαρακτηριστικό τρόπο. Το μέγεθος τους φτάνει τα 4,5-5 cm (Σταμόπουλος, 1994).

Βιολογία: διαχειμάζει ως προνύμφη μέσα στο έδαφος σε χωμάτινο κελί σε βάθος 10-20 cm. Νυμφώνεται την άνοιξη και τα τέλεια έντομα που προκύπτουν γεννούν τα αυγά τους στην εσωτερική επιφάνεια των φύλλων διαφόρων φυτών κυρίως των γενών *Plantago*, *Convolvulus* ή αυτοφυών *Graminae*. Γεννούν περίπου 1.000 αυγά τα οποία εκκολάπτονται όταν οι θερμοκρασίες είναι πάνω από 10 °C (Σταμόπουλος, 1994).

Ζημιές: η νεαρές προνύμφες στην αρχή τρέφονται με το παρέγχυμα της κάτω επιφάνειας των φύλλων, ενώ στη συνέχεια τρέφονται με τα φύλλα των φυτών-ξενιστών, όπως του

καλαμποκιού, της πατάτας, του βαμβακιού, του καπνού, της αμπέλου και διαφόρων λαχανοκομικών φυτών (Σταμόπουλος, 1994).

Καταπολέμηση με καλλιεργητικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994):

- καταστροφή των προνυμφών που διαχειμάζουν στο έδαφος με βαθιά οργώματα και
- καταστροφή των ζιζανίων τα όποια αποτελούν τους αρχικούς ξενιστές του εντόμου.

Καταπολέμηση με χημικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994):

- ψεκασμός με εντομοκτόνα και
- δολώματα που γίνονται με πίτουρα, μία εντομοκτόνο ουσία και νερό.

Καταπολέμηση με βιολογικά μέτρα (Banyuls *et al.*, 2018):

- εφαρμογή σκευασμάτων του *Bacillus thuringiensis* πριν ή κατά τη σπορά ή τη φύτευση εναντίον των προνυμφών.

1.2.4 Γρυλλοτάλπα (*Gryllotalpa gryllotalpa*)

Οικογένεια: Gryllotalpidae (Orthoptera)



Εικόνα 0.19: Τέλειο έντομο γρυλλοτάλπας (πηγή: <https://www.koppert.com/challenges/crickets/european-mole-cricket/>)



Εικόνα 0.20: Στάδια ανάπτυξης γρυλλοτάλπας (πηγή: <https://blogs.ifas.ufl.edu/pestalert/2017/08/20/turf-pests-mole-crickets/>)

Η γρυλλοτάλπα είναι παμφάγο έντομο, ζει στο έδαφος και προσβάλλει το υπόγειο τμήμα των φυτών ή μπορεί και να καταστρέψει τα νεαρά φυτά στο ύψος του λαιμού. Το συναντάμε σε εδάφη με πλούσια οργανική ύλη, χουμώδη και ελαφριά. Προσβάλλει πολλά είδη φυτών όπως λαχανοκομικά, καλλωπιστικά, σπορειόφυτα, χλοοτάπητες αλλά και τα σιτηρά και τα καπνά. Επίσης, μπορεί να τραφεί και με προνύμφες εντόμων εδάφους (π.χ. Elateridae). Τη νύχτα βγαίνει από τις υπόγειες στοές του και βαδίζοντας ή πετώντας πηγαίνει προς τη λεία του (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004).

Τέλειο έντομο: το μήκος του είναι 40-50 mm, έχει βελούδινη υφή και χρώμα ξανθό γεώδες. Το νωτιαίο μέρος του πρώτου θρακικού δακτυλίου (πρόνωτο) είναι μεγάλο και ισχυρό και αποκρύπτει την κεφαλή. Οι κεραίες του είναι κοντές, πολυάρθρες και σμηριγγοειδείς. Τα μπροστινά του πόδια είναι πεπλατυσμένα με τέσσερις χαρακτηριστικές οδοντωτές προεξοχές και ισχυρά. Τα πίσω πόδια του είναι πηδητικού τύπου. Τα ψευδέλυτρα είναι κοντά, ενώ οι οπίσθιες πτέρυγες είναι μακριές, οξύληκτες στην άκρη και υπερβαίνουν την κοιλία (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004).

Βιολογία: το θηλυκό σχηματίζει μια φωλιά από συμπαγές χώμα στο τέρμα βαθιών στοών όπου και τοποθετεί τα αυγά του. Κατά μέσο όρο γεννάει 350-600 αυγά σε πολλές ομάδες. Τα αυγά έχουν ελλειπτικό σχήμα, είναι σχετικά μεγάλα χρώματος λευκού. Η πρώτες προνύμφες εξέρχονται από τα αυγά από τα τέλη της άνοιξης έως της αρχές του καλοκαιριού. Έχουν σχετικά αργή εξέλιξη και συμπληρώνουν μια γενιά σε 1-2 χρόνια ενώ σε ψυχρές χώρες σε 3-4 χρόνια (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004).

Ζημιές: προκαλεί στο υπόγειο τμήμα των φυτών καθώς τρέφεται με ρίζες, σπόρους και κονδύλους προξενώντας καταστροφή των φυτών. Επίσης, ζημιές προκαλεί και με την διάνοιξη στοών (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004).

Καταπολέμηση με χημικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004):

- εφαρμογή εντομοκτόνων κοντά στην επιφάνεια του εδάφους και
- με πιτυρούχα δολώματα τα όποια περιέχουν εντομοκτόνα και τοποθετούνται στις γραμμές φύτευσης αργά το απόγευμα συνήθως, μετά από το πότισμα.

Καταπολέμηση με βιολογικά μέτρα (Σταμόπουλος, 1994; Πατακιούτας, 2004):

- χρήση εντομοπαθογόνων βακτηρίων όπως το *Bacillus gryllotalpae* και το *Bacterium gryllotalpae* και
- με την χρήση υμενόπτερων της οικογένειας Sphegidae.

1.3 Νηματώδεις

Οι νηματώδεις είναι σκωληκόμορφοι οργανισμοί μικρού μεγέθους (0,3-8 mm), λεπτοί σαν νήμα γι' αυτό και ονομάστηκαν νηματώδεις. Υπάρχουν περισσότερα από 3.000 γνωστά φυτοπαρασιτικά είδη τα οποία ανήκουν στις τάξεις Dorylaimida και Tylenchida. Είναι παθογόνα του ανθρώπου, των φυτών και των ζώων αλλά και παρασιτικά εντόμων, μυκήτων και βακτηρίων.

Το περιβάλλον των θερμοκηπίων ευνοεί την ανάπτυξή τους, καθώς εκεί υπάρχουν καλύτερες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας, το έδαφος καλλιεργείται συνέχεια, δεν εφαρμόζεται αμειψισπορά και δεν υπάρχει ικανή μέθοδος καταπολέμησής τους.

Τα συμπτώματα των περισσότερων προσβολών από φυτοпараσιτικούς νηματώδεις, που εμφανίζονται στο υπέργειο μέρος των φυτών, είναι η καθυστέρηση της ανάπτυξης του φυτού, η χλώρωση, το κιτρίνισμα και ο μαρασμός των φυτών ή των φυλλωμάτων, ενώ τα συμπτώματα στο υπόγειο μέρος των φυτών εξαρτώνται από το είδος των νηματωδών και το είδος του ξενιστή τους. Αυτά τα συμπτώματα μπορεί να είναι κόμβοι (*Meloidogyne sp.*), αλλοιώσεις (*Pratylenchus sp.*), κύστες (*Heterodera sp.*), ανωμαλίες (*Ditylenchus sp.*), παραμορφώσεις ριζών (*Trichodorus sp.*), απώλειες ριζών τροφοδοσίας (*Belonolaimus sp.*) και κοιλότητες/σήραγγες (*Radopholus sp.*) (Ravichandra, 2014).

Στους Πίνακες 1.1 και 1.2 που ακολουθούν παρουσιάζονται οι σημαντικότεροι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις που σχετίζονται με λαχανοκομικές και ανθοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων.

Πίνακας 0.1 Σημαντικότεροι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις που σχετίζονται με λαχανοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων (πηγή: Ravichandra, 2014)

Καλλιέργεια	Νηματώδεις
Τομάτα	<i>Meloidogyne incognita</i>
	<i>M. arenaria</i>
	<i>M. javanica</i>
	<i>Globodera rostochiensis</i>
	<i>Heterodera rostochiensis</i>
	<i>Ditylenchus dipsaci</i>
	<i>Pratylenchus brachyurus</i>
	<i>Rotylenchulus reniformis</i>
	<i>Helicotylenchus microlobus</i>
Πιπεριά	<i>Helicotylenchus spp.</i>
	<i>Meloidogyne incognita</i>
	<i>Heterodera pseudorobustus</i>
	<i>H. microcephalus</i>
	<i>H. cavenessi</i>
	<i>Scutellonema clathricaudatum</i>
Πεπόνι	<i>Meloidogyne incognita</i>
Μπάμια	<i>Meloidogyne incognita</i>

Πίνακας 0.2: Σημαντικότεροι φυτοпараσιτικοί νηματώδεις που σχετίζονται με ανθοκομικές καλλιέργειες θερμοκηπίων (πηγή: Ravichandra, 2014)

Καλλιέργεια	Νηματώδεις
Τριαντάφυλλο	<i>Meloidogyne hapla</i>
	<i>Meloidogyne incognita</i>

	<i>Trichodorus christiei</i>
	<i>Pratylenchus vulnus</i>
Γαρούφαλλο	<i>Meloidogyne incognita</i>
	<i>Meloidogyne javanica</i>
	<i>Ditylenchus dipsaci</i>
	<i>Heterodera trifolii</i>
	<i>Paratylenchus dianthus</i>
	<i>Criconemoides curvatum</i>
Χρυσάνθεμο	<i>Meloidogyne incognita</i>
	<i>Pratylenchus penetrans</i>
	<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>
	<i>Belonolaimus longicaudatus</i>
Τουμπερόζα	<i>M. Incognita</i>
	<i>M. javanica</i>
	<i>Aphelenchoides besseyi</i>
Γλαδιόλα	<i>Meloidogyne incognita</i>
	<i>Trichodorus spp.</i>
Ανθούριο	<i>Meloidogyne spp.</i>
	<i>Radopholus similis</i>
Ζέρμπερα	<i>Meloidogyne incognita</i>
Ορχιδέα	<i>Aphelenchoides ritzemabosi</i>

1.3.1 *Meloidogyne sp.* (Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών)

Οικογένεια: Heteroderidae



Εικόνα 0.21: *Meloidogyne sp.* - Νηματώδης ο εξοιδηματικός των ριζών (πηγή: https://www.agrolink.com.br/problemas/nematoide-das-galhas_523.html)



Εικόνα 0.22: Κομβολόγιασμα των ριζών (πηγή: http://203.64.245.61/web_crops/tomato/nematode_tomato.pdf)

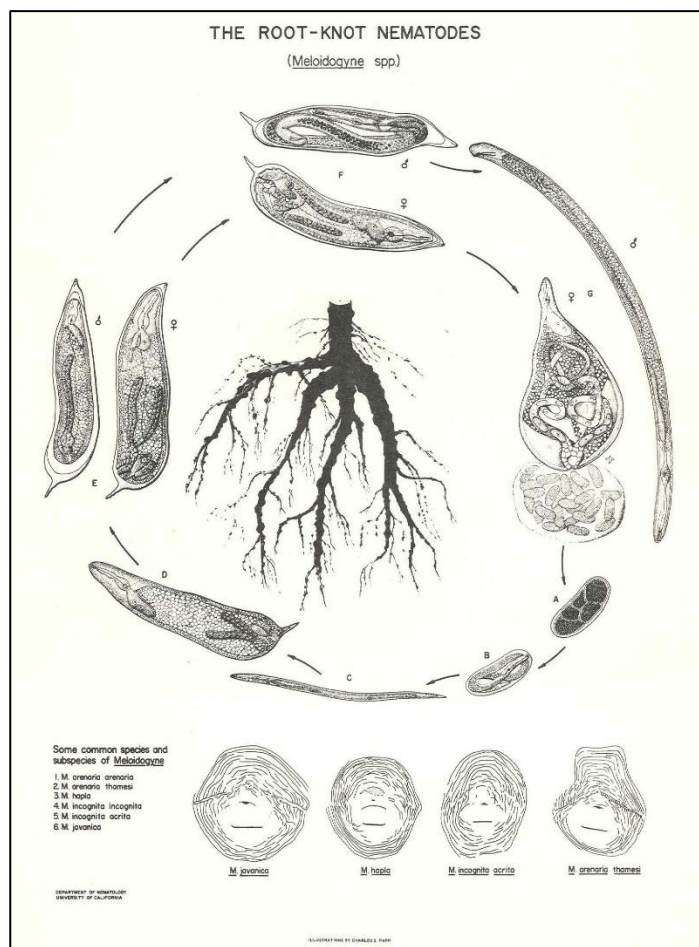
Ο νηματώδης ο εξοιδηματικός προσβάλλει τις ρίζες των φυτών και προκαλεί το «κομβολόγιασμα των ριζών». Προσβάλλει πάνω από 2.000 είδη φυτών. Έχει περισσότερες από 12 γενεές στο θερμοκήπιο ανά έτος και ο βιολογικός του κύκλος διαρκεί περίπου 15-30

ημέρες, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν. Όταν η θερμοκρασία είναι στους 28 °C ο βιολογικός του κύκλος ολοκληρώνεται μέσα σε 3 εβδομάδες. Το είδος *Meloidogyne incognita* προσβάλλει σχεδόν όλα τα ανθοκηπευτικά φυτά και τα είδη *Meloidogyne arenaria* και *Meloidogyne javenica* προσβάλλουν τα σολανώδη (Τσαπικούνης, 1996; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a). Από το σύνολο των ζημιών που προκαλούνται από τους φυτοпараσιτικούς νηματώδεις, σχεδόν το 95% αυτών προκαλείται από τους νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* (Ravichandra, 2014).

Μορφολογία: εμφανίζουν έντονο γενετικό διμορφισμό. Τα αρσενικά είναι επιμήκη, κυλινδρικά και σκωληκόμορφα με μήκος 1-1,5 mm, ενώ τα θηλυκά έχουν σχήμα απιόμορφο ή σφαιρικό με διαστάσεις 0,5-1,5 x 0,3-0,8 mm, με προεξέχοντα λαιμό και χρώμα κίτρινο έως καστανό (Τσαπικούνης, 1996; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a).

Νύμφες: είναι σκωληκόμορφες με μήκος 0,4-0,5 mm (Τσαπικούνης, 1996; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a).

Βιολογία: οι νύμφες του 2ου σταδίου εκκολάπτονται στο έδαφος (πρώτη έκδυση μέσα στο αυγό), εισέρχονται στο ακραίο και τρυφερό άκρο των ριζιδίων και αυξάνουν σε μέγεθος. Τα αρσενικά υφίστανται 3 εκδύσεις σε διάστημα 2-3 εβδομάδων, μεταμορφώνονται σε τέλεια, εγκαταλείπουν τη ρίζα και ζουν ελεύθερα στο έδαφος. Τα θηλυκά αυξάνουν σε μέγεθος, παίρνοντας σχήμα απιόμορφο ή σφαιρικό και παραμένουν προσκολλημένα στην ίδια θέση. Λίγο πριν την ωοτοκία εκκρίνουν μια ζελατινώδη ουσία σχηματίζοντας έναν ωόσακο που προεξέχει της επιδερμίδας των ριζών και μέσα αποθέτουν περίπου 500 αυγά. Για την εκκόλαση των αυγών είναι απαραίτητη υψηλή υγρασία. Οι νεαρές νύμφες είναι ανθεκτικές στη χαμηλή θερμοκρασία και την έλλειψη τροφής για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η εξάπλωση του γίνεται με το νερό της άρδευσης και το πολλαπλασιαστικό υλικό (Τσαπικούνης, 1996; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a).



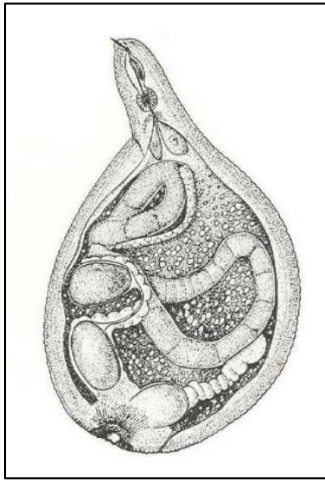
Εικόνα 0.23: Διάγραμμα κύκλου ζωής των ειδών του γένους *Meloidogyne* (πηγή: Nemaplex, 2020)

Συμπτώματα: προκαλεί χλώρωση των φυτών, όπου γίνονται καχεκτικά με κατάληξη την μάρανσή τους. Συνήθως η ασθένεια εμφανίζεται κατά κηλίδες ή γραμμές στο χωράφι. Στα φύλλα προκαλείται μάρανση, χαρακτηριστικό ίδιο με αυτό της έλλειψης νερού. Στις ρίζες (κυρίως στα ριζικά τριχίδια) σχηματίζονται εξογκώματα διαφόρων μεγεθών, τα οποία αποτελούνται από γιγαντιαία κύτταρα ή κοινοκύτταρα τα οποία είναι αποτέλεσμα του ερεθισμού από τα οισοφαγικά τοξικά εκκρίματα των νηματωδών. Επίσης, παρατηρείται ο σχηματισμός πολλών πλαγίων ριζών. Στους κονδύλους εξωτερικά εμφανίζονται εξογκώματα και στο εσωτερικό τους κοκκινωπά στίγματα κάτω από την επιδερμίδα (Τσαπικούνης, 1996; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a).

Αξιοσημείωτα είναι και τα παρακάτω είδη νηματωδών καθώς και αυτά προκαλούν σοβαρές ζημιές στα καλλιεργούμενα φυτά.

1.3.2 *Heterodera* sp.

Οικογένεια: Heteroderidae

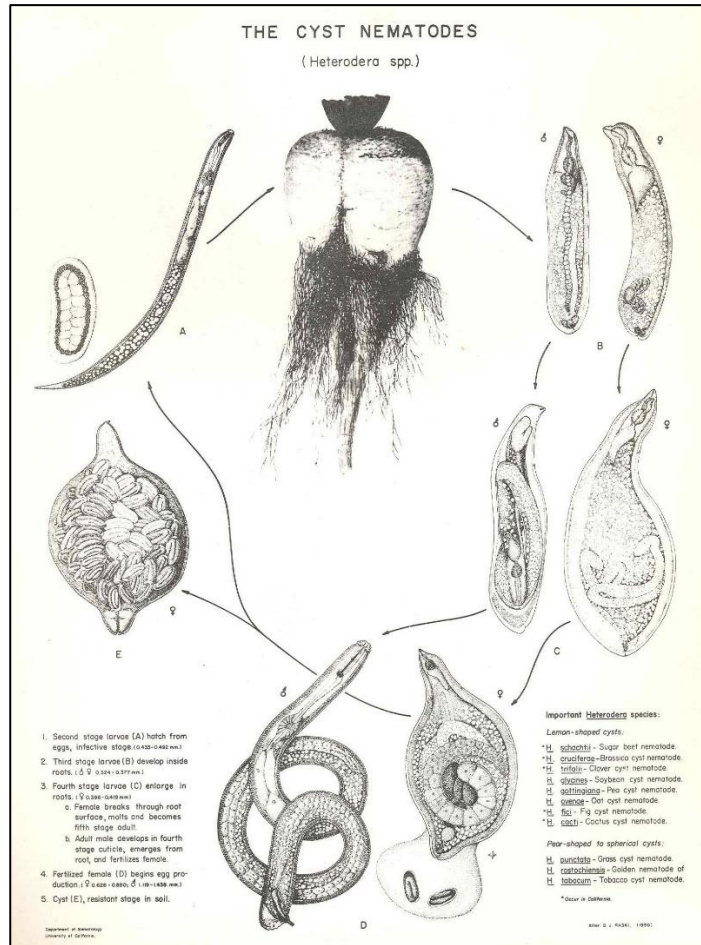


Εικόνα 0.24: *Heterodera* sp. (πηγή: Nemaplex, 2020)



Εικόνα 0.25: Κύστες *Heterodera* sp. σε ρίζες λάχανου (πηγή: <https://www.seminis-andina.com/recursos/guias-de-enfermedades/cruciferas/cabbage-cyst/>)

Τα είδη του γένους *Heterodera* είναι ενδοπαράσιτα και ανήκουν στους κυστογόνους νηματώδεις. Ονομάζονται κυστογόνοι νηματώδεις επειδή τα ενήλικα θηλυκά μετά το θάνατό τους διογκώνονται δημιουργώντας κύστες με σκληρό περίβλημα που περιέχουν αυγά. Τα ενήλικα θηλυκά έχουν σχήμα λεμονοειδές και μετά τη θανάτωσή τους, είτε περικλείονται μερικώς στον ριζικό ιστό, είτε παραμένουν στο έδαφος ως κύστες. Οι κύστες είναι καστανού χρώματος, με μήκος 0,5-0,8 mm. Τα αυγά παραμένουν μέσα στις κύστες, όπου μπορούν να ζήσουν πολλά χρόνια και κάθε χρόνο μόνο ένα μέρος αυτών εκκολάπτεται, εάν όμως καλλιεργηθεί ο κατάλληλος ξενιστής γίνεται μαζική εκκόλαψη των αυγών (Πατακιούτας, 2001; Ravichandra, 2014).



Εικόνα 0.26: Διάγραμμα κύκλου ζωής των ειδών του γένους *Heterodera* (πηγή: Nemaplex, 2020)

1.3.3 *Pratylenchus* sp.

Οικογένεια: Tylenchidae



Εικόνα 0.27: *Pratylenchus* sp. (πηγή: Nemaplex, 2020)

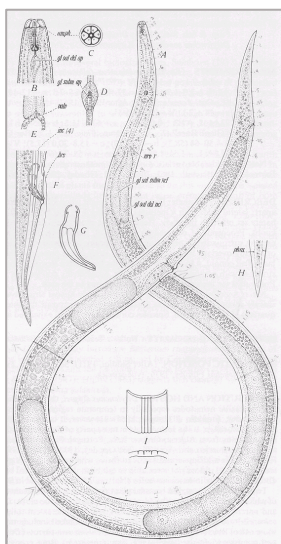


Εικόνα 0.28: Υγιείς και μολυσμένες ρίζες μπιζελιού - *Pratylenchus penetrans* (πηγή: <https://www.agric.wa.gov.au/carrots/pratylenchus-penetrans-horticulturally-significant-root-lesion-nematode?page=0%2C1>)

Τα είδη *Pratylenchus pratensis* και *Pratylenchus penetrans* είναι από τα πιο επιζήμια καθώς προσβάλλουν μεγάλο αριθμό φυτών. Είναι κυρίως ενδοπαρασιτικοί. Το *P. pratensis* προσβάλλει κυρίως τα σολανώδη, τα αγρωστώδη, τα σταυρανθή, τα ψυχανθή, τα σκιαδανθή, τα σύνθετα, τα λειριώδη καθώς επίσης τα τεύτλα, τις μηλιές και τις παπαρούνες. Το ενήλικο θηλυκό έχει μήκος 0,42-0,74 mm και το ενήλικο αρσενικό 0,45-0,50 mm. Το *P. penetrans* μοιάζει πολύ μορφολογικά με το *P. pratensis* και προσβάλλει και αυτό έναν σημαντικό αριθμό φυτών. Χαρακτηρίζεται ως μεταναστευτικός ενδοπαρασιτικός νηματώδης καθώς έχουν αναφερθεί για το είδος αυτό μέχρι 400 ξενιστές. Και τα δύο αυτά είδη προκαλούν σημαντικές ζημιές στη φράουλα (Τσαπικούνης, 1996).

1.3.4 *Ditylenchus* sp.

Οικογένεια: Tylenchidae



Εικόνα 0.29: *Ditylenchus dispaci* (πηγή: Nemaplex, 2020)



Εικόνα 0.30: Παραμορφωμένα και σπασμένα φύλλα κρεμμυδιού - *Ditylenchus dispaci* (πηγή: Nemaplex, 2020)

Τα πιο επιζήμια είδη είναι ο *Ditylenchus dispaci* και ο *Ditylenchus destructor*. Προσβάλλουν συνήθως το υπέργειο τμήμα των φυτών εισερχόμενοι στους φυτικούς ιστούς ειδικά όταν επικρατεί υψηλή σχετική υγρασία, όπου εκεί εκκρίνουν το ένζυμο πηκτινάση και κάνει τα κύτταρα να φαίνονται σπογγώδη. Ο βιολογικός τους κύκλος διαρκεί 16-20 μέρες όταν η θερμοκρασία είναι στους 20 °C και γεννούν 200-500 αυγά. Ο *D. dispaci* προσβάλλει το υπέργειο τμήμα των φυτών ενώ ο *D. destructor* προσβάλλει βολβούς και κονδύλους. Τα ενήλικα θηλυκά του *D. dispaci* έχουν μήκος 0,9-1,8 mm και πλάτος 40-60 μ ενώ τα αρσενικά

έχουν μήκος 0,9-1,6 mm και πλάτος 30-40 μ. Το είδος αυτό μπορεί να διατηρηθεί για 8-9 χρόνια μέσα στο έδαφος υπό συνθήκες μειωμένου μεταβολισμού και διαχειμάζει μέσα στους βλαστούς και τους βολβούς σε όλα τα στάδια ανάπτυξής τους (Τσαπικούνης, 1996).

1.3.5 *Aphelenchoides* sp.

Οικογένεια: Aphelenchoididae



Εικόνα 0.31: *Aphelenchoides fragariae* (πηγή: Nemaplex, 2020)



Εικόνα 0.32: Ζημιά σε φύλλα Χόστας - *Aphelenchoides* sp. (πηγή: Nemaplex, 2020)

Το πιο σημαντικό είδος αυτού του γένους είναι το *Aphelenchoides fragariae* το οποίο δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στη φράουλα. Τα είδη αυτού του γένους προσβάλλουν κυρίως το υπέργειο τμήμα των φυτών σε φράουλες, τομάτες, σκόρδα, χρυσάνθεμα, τουλίπες, λεβάντες, βιολέτες κ.ά. Τα ενήλικα θηλυκά έχουν μήκος 0,57-0,92 mm και πλάτος 12-15 μ και τα αρσενικά 0,54-0,85 mm και 12-15 μ (Τσαπικούνης, 1996).

Η καταπολέμηση των νηματωδών πραγματοποιείται με τους παρακάτω τρόπους:

Καταπολέμηση με καλλιεργητικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015b; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015c):

- εφαρμογή αμειψισποράς (όπου μπορεί να εφαρμοστεί)
- κατάκλυση του εδάφους με νερό (μέχρι το σημείο κορεσμού)
- αγρανάπαυση (όπου μπορεί να εφαρμοστεί)
- ρύθμιση ή αλλαγή του χρόνου σποράς ή φύτευσης
- καταστροφή ζιζανίων
- δημιουργία αναχωμάτων: σε ορισμένα είδη (π.χ. *Aphelenchoides*) περιορίζει την εξάπλωσή τους

- αποφυγή μετάδοσης των νηματωδών από παθογενή σε αμόλυντα εδάφη.

Καταπολέμηση με χημικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015b; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015c):

- απολύμανση του εδάφους
- εφαρμογή νηματοκτόνων.

Καταπολέμηση με βιολογικά μέτρα (Πατακιούτας, 2004; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015a; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015b; Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015c; Stephen and Grover, 1985):

- χρησιμοποίηση ανθεκτικών ποικιλιών
- προσθήκη οργανικής ύλης
- χρησιμοποίηση φυτών-παγίδων
- φυτά-ανταγωνιστές με τοξικά για τους νηματώδεις εκκρίματα, π.χ. *Tagetes sp.*, *Crotalaria sp.*, *Asparagus officinalis*, *Hesperis matronalis*
- χρησιμοποίηση βακτηρίων, όπως το *Bacillus penetrans* (= *Pasteuria penetrans*) εναντίον των νηματωδών του γένους *Meloidogyne*
- χρησιμοποίηση ενδοπαρασιτικών μυκήτων, όπως τους *Nematoctonus concurrens*, *N. leptosporus*, *N. pachysporus*, *N. tylosporus*, *Panagrells redivivus* και *Hirsutella rhossiliensis*
- χρησιμοποίηση ενδοπαρασιτικών μυκήτων αυγών, όπως τους *Paecilomyces lilacinus* και *P. coccospora*
- χρησιμοποίηση αρπακτικών μυκήτων, όπως τους *Arthobotrys irregularis* και *A. robusta*.

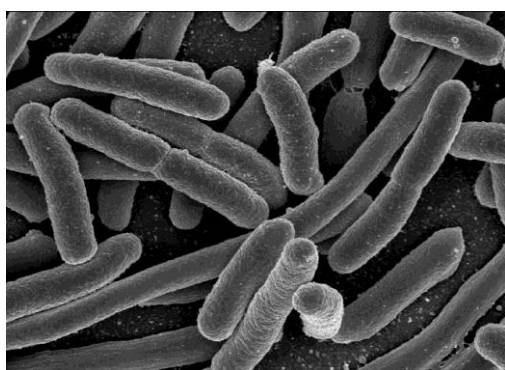
1.4 Βακτήρια

Τα βακτήρια (βακτήριο⇒ ράβδιο) είναι μικροσκοπικοί οργανισμοί, μονοκύτταροι, δεν διαθέτουν τυπικό πυρήνα, χωρίς πυρηνική μεμβράνη, πολλαπλασιάζονται με διχοτόμηση και στερούνται χλωροφύλλης. Οι διαστάσεις των ραβδοειδών βακτηρίων κυμαίνεται από 0,1-3,5 μ μήκος και 0,5-1 μ πλάτος και των σφαιρικών βακτηρίων από 0,5-1 μ διάμετρο (Ελευθεριάδου, 2003).

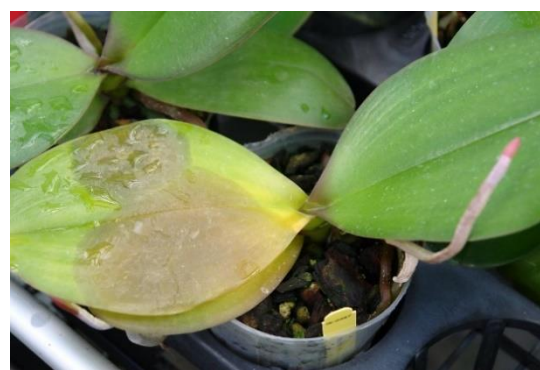
Για τα φυτοπαθογόνα βακτήρια οι ευνοϊκότερες συνθήκες για τη μόλυνση των φυτών είναι οι σχετικά θερμές και υγρές περίοδοι του έτους, με άριστη θερμοκρασία κατά μέσο όρο μεταξύ 22 °C και 25-27 °C (Ελευθεριάδου, 2003).

Τα βακτήρια βρίσκονται στον αέρα, στο νερό, στο έδαφος και σε όλα τα τρόφιμα. Επίσης, βρίσκονται επάνω στην επιφάνεια των ζώων, στα όργανα του αναπνευστικού και του πεπτικού συστήματος, όπου αποτελούν την φυσιολογική τους χλωρίδα, καθώς και επάνω στην επιφάνεια των φυτών, στα οποία εφόσον μπουν στους ιστούς τους, προκαλούν ασθένειες (βακτηριώσεις). Όταν εισέρχονται στα φυτά, ασκούν στα κύτταρα και στους ιστούς αυτών μια μηχανική επίδραση, είτε αφαιρώντας θρεπτικές ουσίες από αυτά, είτε παράγοντας διάφορες τοξίνες και ένζυμα, προκαλώντας αλλοιώσεις. Τα συμπτώματα που δημιουργούνται εξ' αιτίας αυτών των επιδράσεων είναι οι κηλιδώσεις, οι μαράνσεις, οι σήψεις και οι όγκοι ή τα καρκινώματα (Ελευθεριάδου, 2003).

1.4.1 Υγρή βακτηριακή σήψη (*Erwinia carotovora*)



Εικόνα 0.33: Υγρή βακτηριακή σήψη - *Erwinia carotovora* (πηγή: <https://agronomie.info/fr/genre-erwinia-carotovora/>)



Εικόνα 0.34: Υγρή βακτηριακή σήψη σε φύλλα ορχιδέας (πηγή: <https://www.flickr.com/photos/scotnelson/5833345620>)

Η υγρή βακτηριακή σήψη (*Erwinia*) οφείλεται στα βακτήρια *Erwinia carotovora* *sabsp. carotovora*, συν. *Erwinia carotovora* *pv. carotovora* και *Erwinia chrysanthemi*. Η ασθένεια έχει παγκόσμια εξάπλωση και προσβάλλει πολλά είδη φυτών όπως κηπευτικά (καρότο, πατάτα, αγγούρι, κρεμμύδι, ντομάτα, μαρούλι κ.τ.λ.) και καλλωπιστικά (ντάλια, γλαδίολο, νάρκισσο, πρίμουλα, καλαχόη, υάκινθο, χρυσάνθεμο, τουλίπα, πελαργόνιο κ.τ.λ.) (Wood, 1998; Asma *et al.*, 2014).

Συνθήκες ανάπτυξης: τα παθογόνα βακτήρια διατηρούνται στο έδαφος πάνω στα προσβεβλημένα φυτικά υπολείμματα καθώς επίσης και στην περιοχή της ριζόσφαιρας. Η μετάδοση του βακτηρίου γίνεται μέσω των καλλιεργητικών εργαλείων, του νερού του ποτίσματος, του πολλαπλασιαστικού υλικού, των εντόμων καθώς επίσης με τα χέρια και τα ρούχα των εργαζομένων. Η ασθένεια ευνοείται ιδιαίτερα από την μεγάλη εδαφική υγρασία

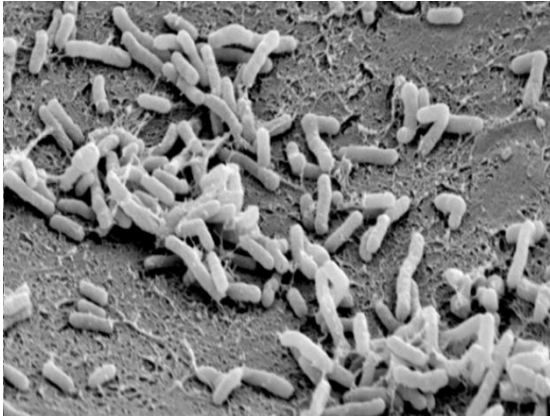
και από τις υψηλές θερμοκρασίες. Συνήθως, τα βακτήρια παραμένουν στην επιφάνεια των ξενιστών τους και εισέρχονται στο φυτό μόνο όταν τα φυτά τραυματιστούν και βρεθούν κάτω από ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες (Παναγόπουλος, 2003).

Συμπτώματα: εμφανίζεται πολύ συχνά στα θερμοκήπια αλλά και στις υπαίθριες καλλιέργειες και μπορεί να καταστρέψει τα φυτά μέσα σε λίγες ημέρες. Αρχικά, παρατηρείται ένας ελαφρός μαρασμός σε λίγα φύλλα που όμως γενικεύεται γρήγορα και το φύλλωμα καταρρέει. Στη βάση του μίσχου παρουσιάζεται μαλακή σήψη η οποία εξαπλώνεται γρήγορα. Τα φύλλα που έχουν προσβληθεί από την ασθένεια συνήθως παρουσιάζουν στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος υδατώδη υφή, η οποία αρχίζει από την περιοχή του μίσχου και εξαπλώνεται περιμετρικά από τις κύριες νευρώσεις. Συνήθως η προσβολή αρχίζει από τις ρίζες και εξαπλώνεται προς τα πάνω εμφανίζοντας μια μαλακή και υγρή σήψη (Παναγόπουλος, 2003).

Καταπολέμηση (Παναγόπουλος, 2003):

- απομάκρυνση και καταστροφή όλων των προσβεβλημένων φυτών
- απολύμανση με ατμό των μολυσμένων γλαστρών και του εδάφους πριν ξαναχρησιμοποιηθούν
- κατά τη διάρκεια των καλλιεργητικών φροντίδων να αποφεύγεται η δημιουργία πληγών στα φυτά
- μείωση της υψηλής θερμοκρασίας στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες
- χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού
- μείωση της εδαφικής υγρασίας
- προληπτικός ψεκασμός ή ριζοπότισμα με αντιβιοτικά.

1.4.2 Καρκίνος ή όγκος του λαιμού (*Agrobacterium tumefaciens*)



Εικόνα 0.35: Καρκίνος ή όγκος του λαιμού - *Agrobacterium tumefaciens* (πηγή: <https://www.labroots.com/trending/microbiology/1518/better-know-a-microbe-agrobacterium-tumefaciens>)



Εικόνα 0.36: Καρκίνος σε βλαστό τριανταφυλλιάς (πηγή: <https://ugaurbanag.com/crown-gall-of-rose/>)

Προκαλείται από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens* (συν. *Bacterium tumefaciens*, *Pseudomonas tumefaciens*, *Bacillus tumefaciens*, *Phytomonas tumefaciens*). Είναι από τις πλέον σοβαρές ασθένειες της καλλιέργειας της τριανταφυλλιάς και είναι διαδεδομένη σε όλο τον κόσμο (Παναγόπουλος, 2003).

Συνθήκες ανάπτυξης: το βακτήριο επιβιώνει στους όγκους, στην περιοχή του ριζικού συστήματος, στο έδαφος και μέσα στα αγγεία των ριζών, των στελεχών και των βλαστών. Η διασπορά του βακτηρίου γίνεται συνήθως με το πολλαπλασιαστικό υλικό (μοσχεύματα, εμφόλια, έριζα υποκείμενα, έριζα εμβολιασμένα φυτά). Η τοπική εξάπλωση του βακτηρίου γίνεται με τα καλλιεργητικά εργαλεία, το νερό του ποτίσματος, το έδαφος και τη βροχή. Τα βακτήρια εισέρχονται και εγκαθίστανται στα φυτά από πρόσφατες πληγές που προκαλούνται από τραυματισμούς, από κλάδεμα, από παγετό, από χαλαζόπτωση, από έντομα, από νηματώδεις κ.ά. (Παναγόπουλος, 2003).

Συμπτώματα: το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο σχηματισμός σχεδόν σφαιρικών όγκων διαμέτρου 0,5-25 cm σε διάφορα μέρη του φυτού όπως στις ρίζες, στο λαιμό, στα υπέργεια μέρη και πολύ συχνά στο σημείο εμφολιασμού. Οι όγκοι στην αρχή εμφανίζονται ως υπερπλασίες των ιστών με χρώμα υπόλευκο έχοντας μαλακή υφή ενώ στη συνέχεια μεγαλώνοντας, γίνονται πιο σκληροί με σκοτεινότερο χρώμα. Τα φυτά που έχουν προσβληθεί γίνονται καχεκτικά και νάνα και κάποιες φορές χλωρωτικά (Παναγόπουλος, 2003).

Καταπολέμηση (Παναγόπουλος, 2003):

- λήψη πολλαπλασιαστικού υλικού από υγιείς μητρικές φυτείες
- να απολυμαίνονται όλα τα καλλιεργητικά εργαλεία
- εφαρμογή του ανταγωνιστικού στελέχους K84 του βακτηρίου *Agrobacterium radiobacter*.

1.4.3 Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση (*Xanthomonas campestris*)



Εικόνα 0.37: Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση - *Xanthomonas campestris* (πηγή: <https://alchetron.com/Xanthomonas-campestris>)



Εικόνα 0.38: Βακτηριακή κηλίδωση και μάρανση σε φύλλα πελαργόνιου (πηγή: <https://www.biodiversidadvirtual.org/peces/Xanthomonas-campestris-pv.-pelargonii-1-3-img1198.html>)

Οφείλεται στο βακτήριο *Xanthomonas campestris* pv. *pelargonii* το οποίο προσβάλλει μόνο φυτά των γενών *Pelargonium* και *Geranium* και είναι πολύ καταστρεπτικό γι' αυτά (Παναγόπουλος, 2003).

Συνθήκες ανάπτυξης: διαχειμάζει στα προσβεβλημένα υπολείμματα της καλλιέργειας, στις μολυσμένες μητρικές φυτείες και στα μοσχεύματα, συχνά χωρίς συμπτώματα στα αγγεία του ξύλου (λανθάνουσα μόλυνση). Η μετάδοσή του γίνεται με τα καλλιεργητικά εργαλεία, τα μοσχεύματα και το νερό της βροχής και του ποτίσματος, καθώς επίσης και με τους αλευρώδεις. Η ανάπτυξή του ευνοείται από θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 21-27 °C και την υψηλή υγρασία. Δημιουργεί σοβαρά προβλήματα στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες όπου η πυκνότητα των φυτών είναι μεγαλύτερη και αναπτύσσονται γρήγορα (Παναγόπουλος, 2003).

Συμπτώματα: προσβάλλει τα φύλλα, τα στελέχη και τα μοσχεύματα. Εμφανίζεται με την μορφή νεκρωτικών κηλίδων στα φύλλα και ελκών ή διαφόρων σχημάτων και μεγεθών κηλίδων στα στελέχη και στους βλαστούς. Όταν το βακτήριο είναι στα αγγεία του ξύλου των βλαστών ή των μίσχων, αυτά παίρνουν έναν καστανό μεταχρωματισμό σχηματίζοντας καχεκτικούς βλαστούς, τα φύλλα κιτρινίζουν, μαραίνονται και ακολουθεί φυλλόπτωση (Παναγόπουλος, 2003).

Καταπολέμηση (Παναγόπουλος, 2003):

- χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού
- εγκατάσταση φυτών και μοσχευμάτων σε έδαφος απαλλαγμένο από το βακτήριο
- ανάπτυξη φυτών σε υγιεινές συνθήκες (καλός αερισμός θερμοκηπίων, καλή αποστράγγιση, αραιά φύτευση, αποφυγή ποτίσματος με τεχνική βροχή)
- απολύμανση καλλιεργητικών εργαλείων
- απολύμανση μολυσμένων γλαστρών
- καλή υγιεινή των χεριών των εργαζομένων (πλύσιμο με σαπούνι)
- ψεκασμός των φυτών με χαλκούχα σκευάσματα
- απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και των υπολειμμάτων της καλλιέργειας.

Αξιοσημείωτες είναι και οι επόμενες βακτηριακές ασθένειες οι οποίες προκαλούν επίσης αρκετές καταστροφές στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες.

1.4.4 Βακτηριακός νανισμός (*Erwinia chrysanthemi*)

Οφείλεται στο βακτήριο *Erwinia chrysanthemi* pv. *dianthicola*, συν. *Erwinia chrysanthemi* pv. *dianthi*, *Erwinia carotovora* var. *chrysanthemi*, *Pectobacterium parthenii* var. *dianthicola*. Το κύριο χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι ο έντονος νανισμός των νέων βλαστών του φυτού. Εκτός από την γαρυφαλλιά προσβάλλει επίσης τη βιγόνια, τη ντάλια, το χρυσάνθεμο, το άγριο καρότο κ.ά. (Παναγόπουλος, 2003).

1.4.5 Βακτηριακό έλκος ή βακτηριακή μάρανση (*Burkholderia caryophylli*)

Οφείλεται στο βακτήριο *Burkholderia caryophylli* συν. *Pseudomonas caryophylli*. Το χαρακτηριστικό σύμπτωμα της ασθένειας είναι το γκριζοπράσινο χρώμα του φυλλώματος το

οποίο γίνεται χλωρωτικό και ο μεταχρωματισμός των αγγείων του ξύλου χρώματος κίτρινου έως καστανού. Εμφανίζονται επιμήκεις βαθιές σχισμές στην εξωτερική επιφάνεια των βλαστών. Επιπλέον, παρουσιάζεται συστροφή και καρούλιασμα του φυλλώματος στα νεαρά μοσχεύματα (Παναγόπουλος, 2003).

1.4.6 Βακτηριακή κηλίδωση (*Burkholderia antropogonis*)

Οφείλεται στο βακτήριο *Burkholderia antropogonis*. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι ότι στα φύλλα σχηματίζονται κυκλικές ή ακανόνιστες κηλίδες που κάποιες φορές περιβάλλονται από χλωρωτική πληγή (Παναγόπουλος, 2003).

1.4.7 Βακτηριακή κηλίδωση και νέκρωση (*Pseudomonas syringae*)

Οφείλεται στο βακτήριο *Pseudomonas syringae*. Προσβάλλει τα άνθη, τα φύλλα και τους βλαστούς και σχηματίζει καστανόμαυρες κηλίδες σε διάφορα μέρη του φυτού (Παναγόπουλος, 2003).

1.4.8 Ριζομανία (*Agrobacterium rhizogenes*)

Οφείλεται στο βακτήριο *Agrobacterium rhizogenes*. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι ο σχηματισμός μεγάλων μαζών νηματοειδών ριζών στην περιοχή του ριζικού συστήματος ή και στο υπέργειο μέρος του φυτού (Παναγόπουλος, 2003).

1.5 Ιοί

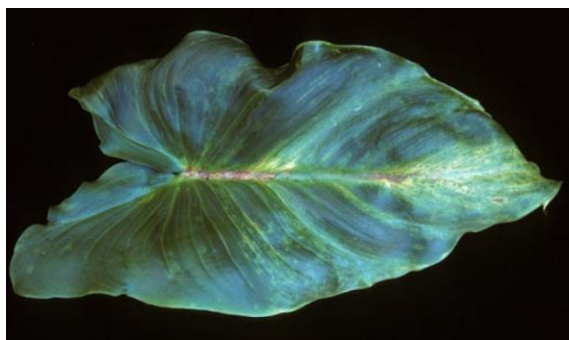
Οι ιοί δεν είναι ούτε οργανισμοί, ούτε κύτταρα. Τα σωματίδια των ιών αποτελούνται από μεγαλομοριακή πρωτεΐνη και νουκλεϊνικό οξύ τύπου ριβόζης (RNA ριβοζονουκλεϊκό οξύ) ή DNA ιοί (δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ). Είναι άορατοι με το γυμνό μάτι και το οπτικό μικροσκόπιο, παρά μόνο φαίνονται με τη βοήθεια του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου. Οι ιοί σφαιρικού σχήματος (≈πολύεδρα) έχουν διάμετρο 15-30 nm και οι νηματοειδείς και ραβδοειδείς ιοί έχουν πλάτος 10-30 nm και μήκος από 60 nm μέχρι και πάνω από 700 nm (Ελευθεριάδου, 2003).

Πάνω από 600 είδη ιών έχουν διαπιστωθεί ότι μπορούν να προσβάλλουν τα καλλιεργούμενα ή αυτοφυή φυτά προκαλώντας σημαντικές ζημιές. Η ποιοτική υποβάθμιση

των παραγόμενων προϊόντων, καθώς και η ποσοτική μείωση της παραγωγής είναι οι κυριότερες από αυτές (Ελευθεριάδου, 2003).

Εισέρχονται στα φυτά από τις πληγές, τα τσιμπήματα (νήγματα) των εντόμων ή άλλων ζωικών παρασίτων (νηματώδεις, ακάρεα κ.τ.λ.), από τα σπόρια των μυκήτων κ.τ.λ. προκαλώντας συμπτώματα, όπως παραμορφώσεις, υπερτροφίες και υπερπλασίες, μεταχρωματισμούς και νεκρώσεις (Ελευθεριάδου, 2003).

1.5.1 Tomato spotted wilt virus (TSWV)



Εικόνα 0.39: Ο ιός TSWV σε φύλλο κάλλας (πηγή: <https://ag.umass.edu/greenhouse-floriculture/photos/calla-lily-tomato-spotted-wilt-virus-tswv>)



Εικόνα 0.40: Ο ιός TSWV σε φύλλο τομάτας (πηγή: <http://veggiescout.ca.uky.edu/tomato-spottedwiltvirusontomato>)

Ο ιός TSWV προκαλεί σοβαρές ζημιές σε πολλές λαχανοκομικές (μαρούλι, αγγούρι, τομάτα κ.τ.λ.) και ανθοκομικές καλλιέργειες (ντάλια, χρυσάνθεμο, ζέρμπερα, βιγόνια κ.τ.λ.) (Παναγόπουλος, 2003; Parrella *et al.*, 2003.). Μεταδίδεται με διάφορα είδη θριπών (*Frankliniella intonsa*, *Frankliniella schultzei*, *Frankliniella fusca*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips palmi*, *Thrips setosus*, *Thrips tabaci*). Πηγή μόλυνσης αποτελούν και πολλά αυτοφυή ζιζάνια μέσα ή έξω από το θερμοκήπιο, όπως τα *Stellaria media*, *Oxalis sp.*, *Impatiens capensis*, *Barbarea vulgaris*, *Glechoma hederacea*, *Tridax trilobata* κ.ά. (Παναγόπουλος, 2003).

Τα κυριότερα συμπτώματα που προκαλούνται στα φυτά είναι διάφορες ανωμαλίες στο σχήμα και στο χρώμα των ανθέων, 'σπάσιμο' του χρώματος των πετάλων, παραμορφώσεις των φύλλων, νεκρωτικές κηλίδες, δακτυλιοειδή ή επιμήκη σχέδια στο έλασμα των φύλλων και νανισμό (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- καταπολέμηση των ζιζανίων μέσα και γύρω από τις καλλιέργειες
- χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού
- εκρίζωση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών
- καταπολέμηση των θριπών και των αφίδων
- υγιεινή των χεριών.

1.5.2 Arabis mosaic virus (ArMV)



Εικόνα 0.41: Ο ιός ArMV σε φύλλο βίγκας (πηγή: <https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/brief/2013/arabis/>)



Εικόνα 0.42: Ο ιός ArMV σε φύλλο χόστας (πηγή: <https://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5460056>)

Ο ιός ArMV, εκτός από το γιασεμί, έχει πολύ μεγάλο αριθμό φυτών-ξενιστών. Τα κυριότερα συμπτώματα που προκαλούνται είναι το μωσαϊκό, οι χλωρωτικοί δακτύλιοι και ορισμένες φορές νεκρώσεις. Μεταδίδεται με τους νηματώδεις του γένους *Xiphinema*, με τον εμβολιασμό, το σπόρο και μηχανικά (Παναγόπουλος, 2003).

Αντιμετώπιση με καλλιεργητικά μέτρα (Παναγόπουλος, 2003):

- χρησιμοποίηση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού
- εκρίζωση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών
- καταπολέμηση των ζιζανίων μέσα και γύρω από τις καλλιέργειες
- υγιεινή των χεριών.

Αξιοσημείωτοι είναι και οι παρακάτω ιοί που και αυτοί προκαλούν πολλές ζημιές στα λαχανοκομικά και καλλωπιστικά φυτά (Παναγόπουλος, 2003):

- ο ιός Cucumber mosaic virus (CMV) που έχει πολλά φυτά-ξενιστές (λαχανοκομικά και καλλωπιστικά)
- ο ιός Dasheen mosaic potyvirus (DsMV) που έχει πολλά φυτά-ξενιστές και κυρίως τα φυλλώδη καλλωπιστικά
- ο ιός Tomato ringspot virus (ToRSV) που έχει πολλά φυτά-ξενιστές (λαχανοκομικά και καλλωπιστικά)
- ο ιός Tobacco ringspot virus (TRSV) που έχει πολλά φυτά-ξενιστές (λαχανοκομικά και καλλωπιστικά)
- ο ιός Tobacco rattle virus (TRV) που έχει πολλά φυτά-ξενιστές (λαχανοκομικά και καλλωπιστικά).

1.6 Ζιζάνια

Ως ζιζάνια χαρακτηρίζονται «όσα φυτά η χρησιμότητά τους δεν είναι ακόμα καλά γνωστή στον άνθρωπο» (ορισμό που δέχεται σήμερα η ζιζανιολογία). Το εάν ένα φυτό μπορεί να χαρακτηριστεί ως ζιζάνιο εξαρτάται από την χρησιμοποίηση του αγρού και τον σκοπό που επιζητά ο άνθρωπος εκεί (Λόλας, 2007).

Σήμερα στην γεωργία τα ζιζάνια ίσως είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα δεδομένου ότι εμφανίζονται στους αγρούς κάθε χρόνο σε αντίθεση με τα έντομα και τις ασθένειες. Εάν δεν υπάρξει έλεγχος των ζιζανίων επηρεάζονται σημαντικά οι αποδόσεις των καλλιεργούμενων φυτών και η ποιότητα των προϊόντων (Λόλας, 2007).

Τα ζιζάνια προκαλούν προβλήματα στις καλλιέργειες καθώς ανταγωνίζονται τα φυτά για θρεπτικά συστατικά, νερό και φως και αυξάνουν το κόστος προστασίας των φυτών αφού μπορεί να είναι ξενιστές διαφόρων εντόμων, ασθενειών, νηματωδών κ.τ.λ. (Zimdahl, 2007).

Η καταπολέμηση των ζιζανίων μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους όπως η πρόληψη, η αμειψισπορά, η ηλιοαπολύμανση, η χημική ζιζανιοκτονία κ.ά. (Λόλας, 2007).

1.6.1 Ετήσια χειμερινά ζιζάνια

Είναι εκείνα τα ζιζάνια που βλαστάνουν το φθινόπωρο ή το χειμώνα, μεγαλώνουν κυρίως την άνοιξη και παράγουν σπόρους αργά την άνοιξη ή νωρίς το καλοκαίρι (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα ετήσια χειμερινά ζιζάνια είναι τα εξής: αγριοβρόμη (*Avena sterilis*), αλεπονουρά (*Alopecurus myosuroides*), βρόμος (*Bromus sp.*), ζωχός ο ετήσιος (*Sonchus*

oleraceus), καψέλλα (*Capsella bursa-pastoris*), κολλητσίδα (*Gallium sp.*), παπαρούνα (*Paraver rhoeas*), πεντάνευρο (*Plantago major*), σινάπι άγριο (*Sinapis arvensis*), στελλάρια (*Stellaria media*), φάλαρη (*Phalaris sp.*), χαμομήλι (*Chamomilla recutita*) κ.τ.λ. (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009; Βασιλάκογλου, 2004; Scavo *et al.*, 2018; Guillerm, 1991; Hernandez Plaza *et al.*, 2011; Candido *et al.*, 2008; Buisson and Dutoit, 2004; Radics *et al.*, 2004. Weber and Gut, 2005).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια από τα πιο συνηθισμένα και αναλύονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

1.6.1.1 Ζωχός ετήσιος (*Sonchus oleraceus*)

Οικογένεια: Asteraceae ή Compositae



Εικόνα 0.43: Ζωχός ετήσιος - *Sonchus oleraceus* (πηγή: <https://www.minnesotawildflowers.info/flower/common-sowthistle>)



Εικόνα 0.44: Άνθη και φύλλα ετήσιου ζωχού - (πηγή: <https://www.flickr.com/photos/42267636@N08/35698220493>)

Ο ζωχός είναι ετήσιο χειμερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση και απαντάται σε αροτραίες καλλιέργειες και σε κηπευτικά. Είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα είδη ζωχού στην χώρα μας. Προτιμά τα πηλώδη ή αμμώδη εδάφη που είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και άζωτο.

Κοτυληδόνες: μικρές, έμμισχες, ωοειδείς χρώματος πράσινου.

Φύλλα: τα κατώτερα φύλλα στη βάση του φυτού είναι έμμισχα, οδοντωτά και σχηματίζουν ρόδακα χρώματος ωχροπράσινου. Τα φύλλα του στελέχους είναι άμισχα.

Βλαστός: ύψους 30-100 cm κυλινδρικός με όρθια έκφυση, διακλαδιζόμενος μόνο στην κορυφή του χρώματος πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από Ιούνιο μέχρι Οκτώβριο, κίτρινα σε ταξιανθία κεφάλιο μεγάλης, αποτελούμενη από πολλά λευκοκίτρινα έως κίτρινα ανθίδια στην κορυφή του βλαστού και των διακλαδώσεων.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 1.000 σπόρους, έχουν μήκος 3mm, στενόμακρα αχαινία με θύσανο τριχών (πάππος) στην κορυφή τους.

Ρίζα: πασσαλώδης αλλά αβαθής.

1.6.1.2 Καψέλλα (*Capsella bursa-pastoris*)

Οικογένεια: Brassicaceae ή Cruciferae



Εικόνα 0.45: Καψέλλα - *Capsella bursa-pastoris* (πηγή: <https://www.tidygardens.uk/capsella-bursa-pastoris/>)



Εικόνα 0.46: Άνθη και καρποί καψέλλας (πηγή: http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Brassicaceae_Capsella_bursa-pastoris_8627.html)

Η καψέλλα είναι ετήσιο χειμερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση που απαντάται σε χειμερινά σιτηρά, μηδική, δενδρώδεις, θαμνώδεις και λαχανοκομικές καλλιέργειες. Προτιμά τα πηλώδη ή αμμώδη εδάφη που είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.

Κοτυληδόνας: έμμισχες και στρογγυλές χρώματος πράσινου.

Φύλλα: έμμισχα, λογχοειδή, βαθιά σχισμένα (με εγκολπώσεις) χρώματος γκριζοπράσινου. Τα κατώτερα φύλλα είναι έμμισχα σε διάταξη ροζέτας ενώ τα ανώτερα φύλλα είναι άμισχα με φαρδύ ωτίδιο.

Βλαστός: ύψος 10-60 cm κυλινδρικός, λείος, απλός ή διακλαδιζόμενος χρώματος πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από Μάρτιο μέχρι Νοέμβριο, λευκά και τοποθετημένα σε επάκρια βοτρυοειδή ταξιανθία.

Σπόροι: μήκους 1 mm, ωοειδείς και επιμήκεις. Κάθε φυτό παράγει περίπου 2.000 - 40.000 σπόρους χρώματος καστανοκίτρινου.

Ρίζα: πασσαλώδης.

1.6.1.3 Σινάπι άγριο (*Sinapis arvensis*)

Οικογένεια: Brassicaceae ή Cruciferae



Εικόνα 0.47: Σινάπι άγριο - *Sinapis arvensis* (πηγή: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sinapis_arvensis_pont-aval-revigny-ornain_55_05062005_2.JPG)



Εικόνα 0.48: Άνθη και καρποί άγριου σιναπιού (πηγή: <https://www.greekflora.gr/el/flowers/3393/Sinapis-arvensis-L-1753-subsp-arvensis>)

Το σινάπι είναι ετήσιο χειμερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση και απαντάται σε χειμερινά σιτηρά και ψυχανθή, πρώιμες ανοιξιάτικες καλλιέργειες και λαχανοκομικά φυτά. Προτιμά τα πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία, ασβέστιο, οργανική ουσία και καλώς αεριζόμενα εδάφη.

Κοτυληδόνες: έμμισχες, καρδιόσχημες χρώματος πράσινου.

Φύλλα: ωοειδή, λοβωτά, οδοντωτά χρώματος πράσινου. Τα κατώτερα φύλλα είναι έμμισχα με βαθιές εγκολπώσεις σε διάταξη ροζέτας ενώ τα ανώτερα φύλλα είναι άμισχα και οδοντωτά στην περιφέρεια.

Βλαστός: ύψους 30-100 cm κυλινδρικός με όρθια έκφυση, διακλαδιζόμενος χρώματος πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από Μάιο μέχρι Ιούλιο, κίτρινα σε βοτρυοειδείς ταξιανθίες.

Σπόροι: μήκους 1-1,3 mm κάθε φυτό παράγει περίπου 1.200 - 4.000 σπόρους, σφαιρικούς χρώματος καστανού. Οι σπόροι διατηρούν την φυτρωτική τους ικανότητα πάνω από 10 έτη.

Ρίζα: θυσσανωτή.

1.6.1.4 Στελλάρια (*Stellaria media*)

Οικογένεια: Caryophyllaceae



Εικόνα 0.49: Στελλάρια - *Stellaria media* (πηγή: <http://www.eattheweeds.com/chickweed-connoisseurs-2/>)



Εικόνα 0.50: Άνθη στελλάριας (πηγή: <https://www.sciencephoto.com/media/65165/view/chickweed-stellaria-media-ssp-media->)

Η στελλάρια είναι ετήσιο χειμερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο με έρπουσα έκφυση και απαντάται στα χειμερινά σιτηρά, στις λαχανοκομικές και δενδρώδεις καλλιέργειες, στα αμπέλια και στους κήπους. Προτιμά τα πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία, ελαφρώς όξινα και καλώς αεριζόμενα εδάφη.

Κοτυληδόνες: ωοειδείς, έμμισχες, λεπτές και μυτερές στο άκρο.

Φύλλα: έμμισχα, ωοειδή και μυτερά χρώματος ωχροπράσινου. Τα κατώτερα φύλλα είναι έμμισχα ενώ τα ανώτερα είναι άμισχα.

Βλαστός: ύψους 5-50 cm κυλινδρικός με έρπουσα έκφυση και χρώματος ανοιχτού πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από τον Απρίλιο μέχρι τον Οκτώβριο μικρά και μεμονωμένα μασχαλιαία ή στο άκρο του βλαστού χρώματος λευκού.

Σπόροι: μήκους 0,8-1,4 mm κάθε φυτό παράγει περίπου 15.000 - 25.000 σπόρους, σφαιροειδείς ή νεφροειδείς χρώματος καστανού έως κόκκινου. Οι σπόροι διατηρούν την φυτρωτική τους ικανότητα πάνω από 10 έτη.

Ρίζα: θυσανωτή.

1.6.2 Ετήσια θερινά ζιζάνια

Είναι εκείνα τα ζιζάνια που βλαστάνουν την άνοιξη, μεγαλώνουν κυρίως το καλοκαίρι και παράγουν σπόρους αργά το καλοκαίρι ή αρχές φθινοπώρου (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα ετήσια θερινά ζιζάνια είναι τα εξής: αγριοβαμβακιά (*Abutilon theophrasti*), αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium*), αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*), αντράκλα (*Portulaca oleracea*), βλήτο (*Amaranthus sp.*), λουβουδιά (*Chenopodium album*), μολόχα (*Malva sp.*), μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli*), πολύγωνο αναρριχώμενο (*Bilderdykia convolvulus*), σετάρια (*Setaria sp.*), στύφνος (*Solanum nigrum*), τάτουλας (*Datura stramonium*), τριβόλι (*Tribulus terrestris*) κ.τ.λ. (Έλευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009; Βασιλάκογλου, 2004; Scavo *et al.*, 2018; Guillerm, 1991; Hernandez Plaza *et al.*, 2011; Candido *et al.*, 2008; Buisson and Dutoit, 2004; Radics *et al.*, 2004. Weber and Gut, 2005).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια από τα πιο συνηθισμένα και αναλύονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

1.6.2.1 Αιματόχορτο (*Digitaria sanguinalis*)

Οικογένεια: Poaceae ή Gramineae



Εικόνα 0.51: Αιματόχορτο - *Digitaria sanguinalis* (πηγή: <https://alchetron.com/Digitaria-sanguinalis>)



Εικόνα 0.52: Άνθη αιματόχορτου (πηγή: <https://www.nexles.com/articles/hairy-crabgrass-digitaria-sanguinalis/attachment/digitaria-sanguinalis-hairy-crabgrass-flower>)

Το αιματόχορτο είναι ετήσιο μονοκοτυλήδονο θερινό ζιζάνιο με όρθια ή έρπουσα έκφυση και βρίσκεται σε καλλιέργειες όπως αραβόσιτος, καπνός, βαμβάκι, ζαχαρότευτλα, λαχανοκομικά φυτά και δενδρώδεις καλλιέργειες. Προτιμά τα αμμοαργιλώδη εδάφη.

Έλασμα: μικρού μήκους, πράσινο ή κόκκινο, πλατύ, μυτερό με μεταξωτές τρίχες.

Κολεός: πράσινος ή κόκκινος καλυμμένος από μακριές τρίχες.

Ωτίδια: δεν υπάρχουν.

Γλωσσίδιο: έχει μήκος 1-2 mm μεμβρανώδες και οδοντωτό.

Βλαστός: καλάμι μήκους 30-60 cm, έρπουσας ή όρθιας έκφυσης, κυλινδρικό χρώματος πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο, 4-10 στάχεις σχήματος δακτύλων παλάμης. Τα σταχύδια είναι μονανθή με λέπυρα που καλύπτονται από τρίχες και χιτώνα που καταλήγει σε άγανο.

Ρίζα: θυσανωτή.

1.6.2.2 Αντράκλα (*Portulaca oleracea*)

Οικογένεια: Portulacaceae



Εικόνα 0.53: Αντράκλα - *Portulaca oleracea*
(πηγή: <https://wimastergardener.org/article/common-purslane-portulaca-oleracea/>)



Εικόνα 0.54: Άνθη αντράκλας (πηγή: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Purslane_\(Portulaca_oleracea\)_6292408931.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Purslane_(Portulaca_oleracea)_6292408931.jpg))

Η αντράκλα ή γλυστρίδα είναι ετήσιο θερινό δικοτυλήδοιο ζιζάνιο με έρπουσα έκφυση και βρίσκεται σε καλλιέργειες όπως αραβόσιτος, βαμβάκι, ηλίανθος, λαχανοκομικά φυτά, δενδρώδεις ή και θαμνώδεις καλλιέργειες. Προτιμά τα πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και αμμώδη εδάφη.

Κοτυληδόνας: μήκους 10 mm επιμήκεις, ωοειδείς, σαρκώδεις, έμμισχες χρώματος καστανού έως πράσινου στην πάνω επιφάνεια και κόκκινου στην κάτω επιφάνεια.

Φύλλα: ροπαλοειδή, σαρκώδη, έμμισχα, χονδρά, αντίθετα και λεία χρώματος πράσινου.

Βλαστός: μήκους 10-30 cm με έρπουσα έκφυση, σαρκώδης, λείος, κυλινδρικός χρώματος πράσινου έως κοκκινωπού.

Άνθη: ανθίζει από Ιούλιο μέχρι Σεπτέμβριο, μεμονωμένα μικρά και κίτρινα τα οποία βρίσκονται στις μασχάλες των φυτών ή στα σημεία των διακλαδώσεων του βλαστού

Σπόροι: έχουν μέγεθος 0,5-1 mm, σφαιρικοί και μαύροι.

Ρίζα: πασσαλώδης.

1.6.2.3 Λουβουδιά (*Chenopodium album*)

Οικογένεια: Chenopodiaceae



Εικόνα 0.55: Λουβουδιά - *Chenopodium album* (πηγή: <https://www.canr.msu.edu/resources/common-lambsquarters-chenopodium-album>)



Εικόνα 0.56: Άνθη λουβουδιάς (πηγή: http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Chenopodiaceae_Chenopodium_album_17820.html)

Η λουβουδιά είναι ετήσιο θερινό δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση έχοντας μεγάλη εξάπλωση στη χώρα μας και θεωρείται ένα από τα σπουδαιότερα και περισσότερο διαδεδομένα ζιζάνια στον κόσμο. Προτιμά τα πηλώδη ή αμμώδη εδάφη που είναι πλούσια σε οργανική ουσία και άζωτο.

Κοτυληδόνες: μήκους 10-15 mm ωοειδείς, επιμήκεις, σαρκώδεις, έμμισχες χρώματος κόκκινου στην κάτω επιφάνεια και γκριζοπράσινου στην πάνω επιφάνεια με αλευρώδη επικάλυψη.

Φύλλα: έμμισχα, τριγωνικά ή ωοειδή, οδοντωτά, χρώματος κόκκινου στην κάτω επιφάνεια και γκριζοπράσινου στην πάνω επιφάνεια καλυμμένα με λευκό, αλευρώδες επίχρισμα.

Βλαστός: Ύψους 20-200 cm με όρθια έκφυση, διακλαδιζόμενος με αυλακώσεις χρώματος γκριζοπράσινου με κόκκινα στίγματα.

Άνθη: ανθίζει από Ιούνιο μέχρι Σεπτέμβριο, μικρά τοποθετημένα σε ταξιανθίες πυραμιδοειδούς σχήματος και χρώματος λευκοπράσινου.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 3.000 - 20.000 σπόρους (κάτω από άριστες συνθήκες ανάπτυξης μπορεί να παράγει μέχρι 72.000 σπόρους) με μήκος 0,7-1,5 mm μικρός σφαιρικός χρώματος καστανόμαυρου και διατηρούν τη φυτρωτική τους ικανότητα στο έδαφος για πάρα πολλά έτη.

1.6.2.4 Τριβόλι (*Tribulus terrestris*)

Οικογένεια: Zygophyllaceae



Εικόνα 0.57: Τριβόλι - *Tribulus terrestris*
(πηγή: <https://www.backyardnature.net/n/h/tribulus.htm>)



Εικόνα 0.58: Άνθη και καρποί τριβολιού (πηγή: <http://herbalsatt.blogspot.com/2011/02/24-gokshura.html>)

Το τριβόλι είναι ετήσιο θερινό ζιζάνιο, δικοτυλήδονο με έρπουσα έκφυση. Προτιμά κυρίως τα αμμώδη εδάφη.

Κοτυληδόνες: πράσινες, σαρκώδεις, ροπαλοειδείς και έμμισχες.

Φύλλα: γκριζοπράσινα, σύνθετα (4-8 ζευγάρια φυλλαρίων που είναι ωοειδή-μυτερά ή λογχοειδή).

Βλαστός: μήκους 20-60 cm έρπουσας έκφυσης, κοκκινωπός, κυλινδρικός και διακλαδιζόμενος.

Άνθη: ανθίζει από Μάιο μέχρι Σεπτέμβριο, κίτρινα και μεμονωμένα στις μασχάλες των φυτών.

Καρπός: κάψα, πολυκαρπική, απροσδιορίστου σχήματος και αγκαθωτή.

Σπόροι: μήκους 2,5-5 mm, ωοειδείς χρώματος καστανού.

Ρίζα: πασσαλώδης.

1.6.3 Διετή ζιζάνια

Είναι τα ζιζάνια με βιολογικό κύκλο περισσότερο από 1 χρόνο αλλά λιγότερο από 2 χρόνια. Τον πρώτο χρόνο παρουσιάζουν μόνο βλαστική ανάπτυξη και τον δεύτερο χρόνο, μετά από

για μια περίοδο ληθάργου, ολοκληρώνουν την ανάπτυξη τους, ανθίζουν, και παράγουν σπόρους (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα διετή ζιζάνια είναι τα εξής: άγριο καρότο (*Daucus carota*), βερμπάσκο (*Verbascum spp.*), γαϊδουράγκαθο (*Onopordum acanthium*), κίρσιο διετές (*Cirsium vulgare*), κουφάγκαθο (*Silybum marianum*) κ.τ.λ. (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009; Βασιλάκογλου, 2004; Scavo *et al.*, 2018; Guillerm, 1991; Hernandez Plaza *et al.*, 2011; Candido *et al.*, 2008; Buisson and Dutoit, 2004; Radics *et al.*, 2004. Weber and Gut, 2005).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται κάποιο από τα πιο συνηθισμένα και αναλύονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του.

1.6.3.1 Κουφάγκαθο (*Silybum marianum*)

Οικογένεια: Asteraceae



Εικόνα 0.59: Κουφάγκαθο - *Silybum marianum*
(πηγή: https://www.iewf.org/weedid/Silybum_marianum.htm)



Εικόνα 0.60: Άνθη κουφάγκαθου (πηγή: https://en.wikipedia.org/wiki/Silybum_marianum)

Το κουφάγκαθο είναι ετήσιο ή διετές δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση και απαντάται σε ελαιώνες, αμπελώνες ή και σε άλλες καλλιέργειες ενώ λιγότερο συχνά απαντάται σε λαχανόκηπους και σε χειμερινά σιτηρά.

Κοτυληδόνας: έμμισχος, σαρκώδεις, ωοειδείς με ευδιάκριτα κίτρινα νεύρα χρώματος πράσινου.

Φύλλα: έμμισχα, ωοειδή, επιμήκη, οδοντωτά, ακιδωτά, εναλλασσόμενα, το έλασμα των φύλλων φέρει λευκές κηλίδες στην επιφάνειά του χρώματος πράσινου.

Βλαστός: ύψους 20-150 cm, κυλινδρικός, όρθιας έκφυσης, διακλαδιζόμενος χρώματος πράσινου.

Άνθη: βρίσκονται σε επάκρια κεφάλια στην κορυφή του βλαστού και των διακλαδώσεων χρώματος κόκκινου ή μωβ. Τα κεφάλια είναι μεγάλα (4-5 cm), ωοειδή με τα φύλλα που τα περιβάλλουν να καταλήγουν σε ένα ισχυρό αγκάθι.

Σπόροι: μήκους 6-7 mm επιμήκεις, γυαλιστεροί χρώματος καστανού.

1.6.4 Πολυετή ζιζάνια

Είναι εκείνα τα ζιζάνια που ζουν τρία ή και περισσότερα χρόνια και δεν πεθαίνουν μετά την άνθιση και την καρποφορία τους, όπως συμβαίνει στα ετήσια και τα διετή ζιζάνια (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα πολυετή ζιζάνια είναι τα εξής: αγριάδα (*Cynodon dactylon*), αγριοράδικο (*Cichorium intybus*), βέλιουρας (*Sorghum halepense*), βρωμόλάχανο (*Cardaria draba*), ζωχός πολυετής (*Sonchus arvensis*), κίρσιο πολυετές (*Cirsium arvense*), κύπερη (*Cyperus sp.*), περδικούλι (*Parietaria judaica*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*), σολάνο ή γερμανός (*Solanum elaeagnifolium*), ταραξάκο (*Taraxacum officinale*) κ.τ.λ. (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009; Βασιλάκογλου, 2004; Scavo *et al.*, 2018; Guillerm, 1991; Hernandez Plaza *et al.*, 2011; Candido *et al.*, 2008; Buisson and Dutoit, 2004; Radics *et al.*, 2004. Weber and Gut, 2005).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια από τα πιο συνηθισμένα και αναλύονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

1.6.4.1 Αγριάδα (*Cynodon dactylon*)

Οικογένεια: Poaceae ή Gramineae



Εικόνα 0.61: Αγριάδα - *Cynodon dactylon* (πηγή: <https://www.biolib.cz/en/image/id12430/>)



Εικόνα 0.62: Άνθη αγριάδας (πηγή: http://www.maltawildplants.com/POAC/Cynodon_dactylon.php)

Η αγριάδα είναι πολυετές μονοκοτυλήδονο φυτό με έρπουσα έκφυση και απαντάται στους λαχανόκηπους, στις δενδρώδεις καλλιέργειες, στα ανοιξιάτικα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και στα αμπέλια. Προτιμά τα πηλώδη, αμμώδη και ξηρά εδάφη.

Κολεός: κυλινδρικός, κοντός, καλυμμένος από τρίχες χρώματος ωχροκίτρινου

Έλασμα φύλλων: κοντό (5-10 cm), στενό (2-5 mm), μαλακό με αραιές τρίχες στην πάνω επιφάνεια χρώματος γκριζοπράσινου.

Ωτίδια: δεν υπάρχουν.

Γλωσσίδιο: έχει αντικατασταθεί από δακτύλιο λευκών τριχών.

Βλαστός: καλάμι, μήκους 10-50 cm, κυλινδρικός με έρπουσα έκφυση, χρώματος γκριζοπράσινου.

Άνθη: ανθίζει από Ιούνιο μέχρι Οκτώβριο φερόμενα σε 3-7 λεπτούς δακτυλόμορφους στάχεις οι οποίοι σχηματίζονται στην κορυφή των βλαστών.

Ρίζα: θυσσανωτή και σχηματίζει πολλά ριζώματα.

1.6.4.2 Κίρσιο (*Cirsium arvense*)

Οικογένεια: Asteraceae ή Compositae



Εικόνα 0.63: Κίρσιο - *Cirsium arvense* (πηγή: https://www2.dijon.inrae.fr/hyppa/hyppa-a/cirar_ah.htm)



Εικόνα 0.64: Άνθη κίρσιου (πηγή: <https://worldoffloweringplants.com/cirsium-arvense-creeping-thistle-canada-thistle/>)

Το κίρσιο είναι πολυετές δικοτυλήδονο ζιζάνιο με όρθια έκφυση και απαντάται στα χειμερινά σιτηρά, στο βαμβάκι, στον αραβόσιτο, στα ζαχαρότευτλα, στον καπνό, στις δενδρώδεις και λαχανοκομικές καλλιέργειες. Προτιμά τα πηλώδη, καλώς αεριζόμενα και πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη.

Κοτυληδόνες: έμμισχες, ωοειδείς, σαρκώδεις, χρώματος πράσινου.

Φύλλα: ωοειδή ή λογχοειδή, οδοντωτά, χρώματος πράσινου.

Βλαστός: ύψους 40-150 cm, όρθιας έκφυσης, διακλαδιζόμενος, με αυλακώσεις και καλυμμένους συνήθως από χνούδι.

Άνθη: ανθίζει από τον Ιούνιο μέχρι τον Οκτώβριο, κόκκινα κατά κεφαλές.

Σπόροι: μήκους 4mm, κάθε φυτό παράγει 4.000 - 5.000 σπόρους, επιμήκεις και λείους, χρώματος πράσινου έως καστανού.

Ρίζα: πασσαλώδης με δυνατότητα δημιουργίας έρπουσων ριζών που φέρουν επίκτητους οφθαλμούς.

1.6.4.3 Κύπερη (*Cyperus sp.*)

Οικογένεια: Cyperaceae



Εικόνα 0.65: Κύπερη - *Cyperus sp.* (πηγή: <http://www.eplants.com.au/nut-grass>)



Εικόνα 0.66: Άνθη κύπερης (πηγή: <https://candidegardening.com/ZA/plants/eaabf98455d9bdfef9c454fdb2e39446>)

Η κύπερη είναι πολυετές μονοκοτυλήδονο φυτό με όρθια έκφυση και απαντάται στον καπνό, στο βαμβάκι, στα ζαχαρότευτλα, στο αραβόσιτο, στις κηπευτικές και ανθοκομικές καλλιέργειες, σε φυτώρια, σε σπορεία και αρδευόμενους οπωρώνες και αμπελώνες. Προτιμά κυρίως αμμώδη και υγρά εδάφη.

Φύλλα: διατεταγμένα συνήθως σε δύο επίπεδα και σε τρεις κατευθύνσεις, ανά τρία σχηματίζουν γωνίες 120 μοιρών. Τα φύλλα της βάσης είναι μακρύτερα από το στέλεχος της ταξιανθίας, ενώ φέρει φυλλόμορφα βράκτια με μήκος ίσο ή μεγαλύτερο από την ακτίνα της ταξιανθίας.

Βλαστός: μήκος 20-40 cm, λείος, τριπλευρικός, με όρθια έκφυση, χρώματος ωχροπράσινου.

Άνθη: ανθίζει από τον Ιούνιο μέχρι τον Αύγουστο, φέρονται σε ταξιανθία χρώματος κίτρινου σκιαδίου με πολυανθή σταχύδια.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 1.000 - 3.000 σπόρους μικρούς, τρίπλευρους, χρώματος καστανόμαυρου.

Ρίζα: θυσσανωτή με ριζώματα που το καθένα καταλήγει σε έναν κόνδυλο.

Κόνδυλοι: κάθε φυτό παράγει μέχρι και 6.800 κονδύλους σε ένα έτος, σφαιρικούς, λείους, χρώματος καστανού.

1.6.4.4 Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)

Οικογένεια: Convolvulaceae



Εικόνα 0.67: Περικοκλάδα - *Convolvulus arvensis*
(πηγή: <https://www.greekflora.gr/el/flowers/2421/Convolvulus-arvensis>)



Εικόνα 0.68: Άνθη περικοκλάδας (πηγή:
<https://en.clipdealer.com/photo/media/A:42548985>)

Η περικοκλάδα είναι πολυετές δικοτυλήδονο φυτό με έρπουσα έκφυση και απαντάται στα ανοιξιάτικα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, στις δενδρώδεις καλλιέργειες, στα φυτώρια, στα λαχανοκομικά φυτά και στο αμπέλι. Θεωρείται ένα από τα πιο επιβλαβή και δυσεξόντωτα ζιζάνια στον κόσμο. Προτιμά τα βαθιά πηλώδη, θερμά και ξηρά εδάφη που είναι πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία.

Κοτυληδόνες: έμμισχες, στρογγυλεμένες στις γωνίες, σχεδόν τετράγωνες και με μικρό βαθούλωμα απέναντι από τον μίσχο.

Φύλλα: λεία, τοξόμορφα, με μεγάλο μίσχο, χρώματος γκριζοπράσινου.

Βλαστός: μήκος 20-100 cm λείος, πολυπλευρικός, με έρπουσα έκφυση ή αναρριχώμενος πάνω σε άλλα φυτά χρώματος πράσινου.

Άνθη: ανθίζει από τον Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο, μεγάλα, λευκά ή ρόδινα, χοανοειδή, μεμονωμένα στις μασχάλες των φύλλων.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 500 σπόρους, τρίπλευρους μήκους 3-5 mm, με τραχιά επιφάνεια, χρώματος σκούρου καστανού.

Ρίζα: πασσαλώδης με πλούσιο δίκτυο έρπουσων ριζών που φέρουν οφθαλμούς.

1.6.5 Παρασιτικά ζιζάνια

Είναι εκείνα τα ζιζάνια που δεν επιβιώνουν χωρίς το φυτό-ξενιστή, από το οποίο παίρνουν ότι χρειάζονται για την ανάπτυξή τους. Είναι είτε ολοπαράσιτα (π.χ. οροβάγγη), είτε ημιπαράσιτα (π.χ. κουσκούτα) (Λόλας, 2007).

Τα κυριότερα παρασιτικά ζιζάνια είναι τα εξής: κουσκούτα (*Cuscuta sp.*) και οροβάγγη (*Orobanche sp.*) (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009; Βασιλάκογλου, 2004; Rubiales *et al.*, 2009).

Στη συνέχεια παρουσιάζονται και αναλύονται τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους.

1.6.5.1 Κουσκούτα (*Cuscuta sp.*)

Οικογένεια: Cuscutaceae ή Convolvulaceae



Εικόνα 0.69: Κουσκούτα - *Cuscuta sp.* (πηγή: <https://lriss.ca/species/parasitic-dodder-cuscuta-spp>)



Εικόνα 0.70: Άνθη κουσκούτας (πηγή: <https://www.flickr.com/photos/andreaskay/15076771693/in/photostream/>)

Η κουσκούτα είναι ετήσιο, ολοπαράσιτο ζιζάνιο με έρπυσα έκφυση. Τα περισσότερα είδη παρασιτούν κυρίως σε λαχανοκομικά, κτηνοτροφικά και βιομηχανικά φυτά (καπνός, μηδική, ζαχαρότευτλα, κρεμμύδια και καρότα).

Βλαστός: λεπτός, νηματοειδής, διακλαδισμένος χρώματος κίτρινου, ερυθρού ή πορτοκαλί. Αναρριχάται και παραμένει προσκολλημένος στους βλαστούς των φυτών- ξενιστών με ριζόμορφους μυζητήρες.

Φύλλα: έχουν αντικατασταθεί από δυσδιάκριτα λέπια κίτρινου χρώματος.

Άνθη: ανθίζει από Ιούνιο μέχρι Αύγουστο ή Σεπτέμβριο. Μικρά λευκά ή κόκκινα τοποθετημένα σε στάχεις που βρίσκονται στις μασχάλες των δυσδιάκριτων λεπίων.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 3.000 σπόρους οι οποίοι είναι επιμήκεις, ελλειψοειδείς ή ωοειδείς, χρώματος κίτρινου, καστανού ή μαύρου και διατηρούν την φυτρωτική τους ικανότητα στο έδαφος περισσότερο από 10 έτη.

Τα νεαρά φυτά σχηματίζουν μυζητήρες με προέκταση των επιδερμικών κυττάρων όπου και φτάνουν μέχρι τις ηθμαγγειώδεις δεσμίδες του φυτού-ξενιστή.

1.6.5.2 Οροβάγχη (*Orobanche sp.*)

Οικογένεια: Orobanchaceae



Εικόνα 0.71: Οροβάγχη - *Orobanche sp.* (πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Broomrape-Orobanche-ramosa-L_fig1_274879990)



Εικόνα 0.72: Άνθη οροβάγχης (πηγή: <https://www.flickr.com/photos/46063510@N03/32779678736/lightbox/>)

Η οροβάγχη είναι ετήσιο, εαρινό ολοπαράσιτο φυτό (χωρίς χλωροφύλλη) με όρθια έκφυση που παρασιτεί στις ρίζες των άλλων φυτών και δημιουργεί σημαντικά προβλήματα σε διάφορες καλλιέργειες (τομάτα, καπνός, ηλιάνθος, κουκιά, μπιζέλια, φακή, μηδική και άλλα). Αναπαράγεται με σπόρους οι οποίοι φυτρώνουν την άνοιξη. Προτιμά ποικίλα εδάφη.

Βλαστός: παχύς, σαρκώδης ο οποίος έχει τρίχες με όρθια έκφυση χρώματος υποκίτρινου, ερυθρού ή καστανού.

Φύλλα: έχουν αντικατασταθεί από μικρά, υποτυπώδη και κίτρινα λείπια.

Άνθη: χρώματος μωβ, ερυθρού, κίτρινου ή λευκοκίτρινου και βρίσκονται σε μικρούς ποδίσκους τοποθετημένα σε βοτρυοειδείς ταξιανθίες.

Σπόροι: κάθε φυτό παράγει περίπου 150.000 σπόρους ακανόνιστου σχήματος μήκους 0,2-0,6 cm και πλάτους 0,1-0,5 cm, χρώματος ερυθρού ή έντονου καστανού. Η φυτρωτική ικανότητα των σπόρων στο έδαφος διαρκεί μέχρι 20 έτη.

Κεφάλαιο 2: Μέθοδοι απολύμανσης εδάφους

2.1 Φυσικές μέθοδοι

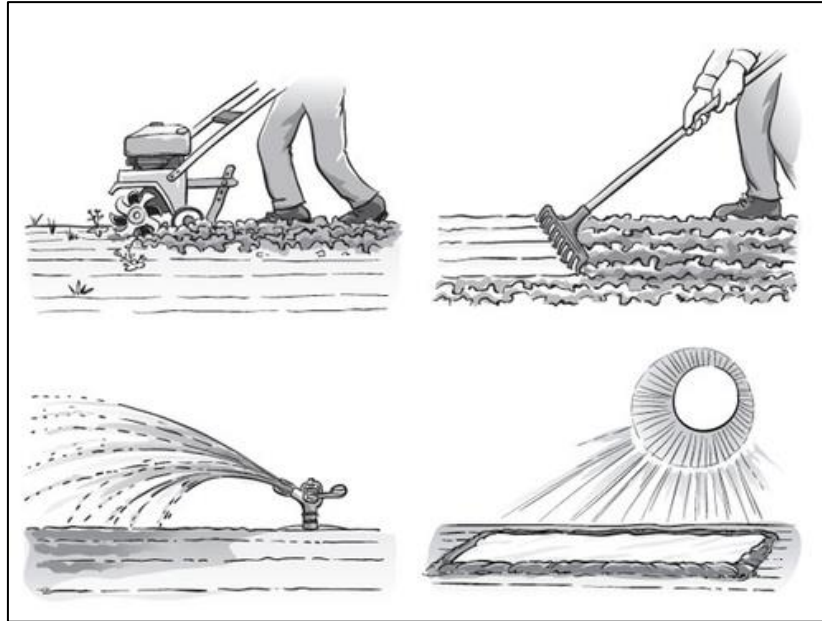
Οι φυσικές μέθοδοι απολύμανσης του εδάφους είναι μέθοδοι που δεν απαιτούν τη χρήση χημικών ενώσεων καθιστώντας τις φιλικές προς το περιβάλλον. Αυτές είναι η ηλιοαπολύμανση, η απολύμανση με τη χρήση ατμού, η βιοαπολύμανση και η αναερόβια απολύμανση, όπου και παρουσιάζονται στην συνέχεια.

2.1.1 Ηλιοαπολύμανση

Η ηλιοαπολύμανση είναι μια υδροθερμική διαδικασία που προκαλεί φυσικοχημικές και βιολογικές αλλαγές στο έδαφος. Είναι μια μη χημική μέθοδος που εφαρμόζεται στη χώρα μας αλλά και παγκοσμίως επί δεκαετίες με επιτυχία. Συνεχώς εξελίσσεται ακολουθώντας από τη μια, τα νέα πειραματικά δεδομένα εφαρμογής και από την άλλη τη δημιουργία και χρήση νέων πλαστικών φύλλων προσαρμοζόμενη στις σύγχρονες τάσεις και πρακτικές των θερμοκηπιακών και υπαίθριων καλλιεργειών (Τζάμος, 2011).

Στην ηλιοαπολύμανση, το έδαφος πρέπει να είναι καλά οργωμένο, φρεζαρισμένο, ψιλοχωματισμένο, επίπεδο και καλά ποτισμένο, ώστε κατά τη διάρκεια της κάλυψης να διατηρήσει την απαραίτητη υγρασία. Επίσης, το έδαφος πρέπει να είναι απαλλαγμένο όσο είναι δυνατόν, από ζιζάνια και από υπολείμματα φυτών της προηγούμενης καλλιέργειας (Τζάμος, 2011; Κουμπάκης, 2012).

Αυτή η μέθοδος εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση του εδάφους και τα επίπεδα των θερμοκρασιών είναι τέτοια που προσεγγίζουν συνήθως όλο το εύρος της ευαισθησίας των σημαντικότερων εδαφογενών παθογόνων των φυτών. Ουσιαστικά, αυτή η μέθοδος παγιδεύει την ηλιακή ακτινοβολία σε ερμητικά καλυμμένο με διαφανές πολυαιθυλένιο ή με αδιαπέραστα πλαστικά φύλλα και ποτισμένο έδαφος για έναν ή και περισσότερους μήνες (Εικόνα 2.1). Είναι μια περιβαλλοντικά αποδεκτή μέθοδος, καθώς στις εύκρατες κυρίως περιοχές δίνει τα ίδια ή και καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα απολυμαντικά εδάφους (Τσαπικούνης, 1996; Τζάμος, 2011).



Εικόνα 0.1: Διαδικασία ηλιοαπολύμανσης (πηγή: <https://ag.umass.edu/fruit/ne-small-fruit-management-guide/general-information/weed-management-general-notice>)

2.1.1.1 Φυσικοχημικές αλλαγές

Αυτές οι αλλαγές περιλαμβάνουν την αύξηση της μέγιστης θερμοκρασίας του εδάφους τις μεσημβρινές ώρες. Τα ιδανικά επίπεδα θερμοκρασιών για μια επιτυχή ηλιοαπολύμανση είναι όταν η θερμοκρασία είναι περίπου στους 50 °C σε βάθος 10-20 cm δηλαδή 10-15 βαθμούς υψηλότερη από την καταγραφόμενη θερμοκρασία στο ίδιο βάθος σε ακάλυπτο έδαφος. Αυτό το επίπεδο θερμοκρασίας που σημειώνεται κάτω από τα διαφανή πλαστικά φύλλα είναι απαραίτητο, ώστε να καταστούν ευάλωτες οι διαχειμάζουσες μορφές των εδαφογενών παθογόνων (πχ. σκληρώτια, μικροσκληρώτια, χλαμυδοσπόρια, μυκήλια κ.ά.). Κατά την ηλιοαπολύμανση παρατηρείται απελευθέρωση στοιχείων και ιχνοστοιχείων ή και θρεπτικών ουσιών ή συστατικών μετά την ηλιοαπολύμανση, τα οποία επιφέρουν ευεργετικά αποτελέσματα στην ταχύτητα ανάπτυξης των φυτών. Τα πτητικά αέρια (μονοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο κ.ά.) που προέρχονται από την αποδόμηση της οργανικής ύλης, συμβάλλουν στην περαιτέρω καταστροφή των εξασθενημένων από την θερμότητα εδαφογενών παθογόνων (Τζάμος, 2011; Κουμπάκης, 2012).

2.1.1.2 Βιολογικές αλλαγές

Οι βιολογικές αλλαγές πραγματοποιούνται όχι μόνο κατά τη διάρκεια κάλυψης του εδάφους αλλά και μετά την αφαίρεση των πλαστικών. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να

παραμένουν στο έδαφος μικροοργανισμοί που μπορούν να δράσουν και ως παράγοντες βιολογικής αντιμετώπισης όπως μύκητες των γενών *Trichoderma*, *Talaromyces*, *Aspergillus*, σαπροφυτικά *Fusarium spp.* και μη παθογόνα βακτήρια των γενών *Actinomyces*, *Bacillus* και *Pseudomonas* κ.ά. (Τζάμος, 2011).

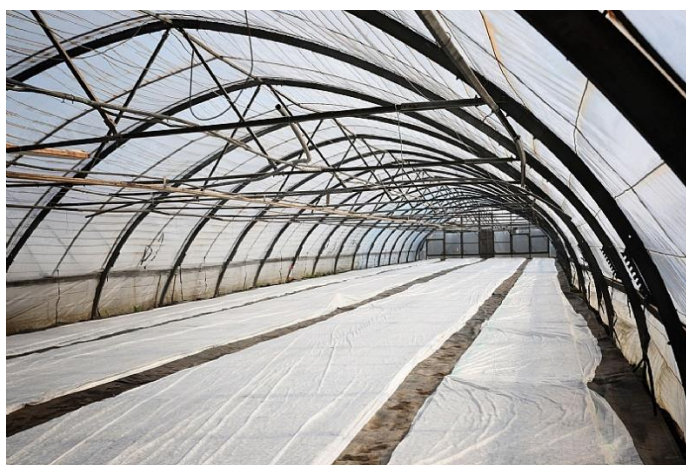
2.1.1.3 Παράμετροι για την επιτυχή εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης

Κλιματικές συνθήκες

Η εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης είναι πιο αποτελεσματική σε περιοχές με ήπιο κλίμα. Σε θερμοκήπια της Κρήτης η εφαρμογή αυτής της μεθόδου μπορεί να γίνει επιτυχώς από τα μέσα Μαΐου έως και το τέλος Οκτωβρίου. Από τον Ιούνιο έως το τέλος Σεπτεμβρίου μπορεί να εφαρμοστεί σε περιοχές όπως η Μεσσηνία, η Ηλεία και τα νησιά του Αιγαίου ενώ από τον Ιούλιο έως τον Σεπτέμβριο σε βορειότερες περιοχές όπως στην Πρέβεζα και στην Θεσσαλία. Τέλος, στη Μακεδονία από τον Ιούλιο μέχρι τον Αύγουστο (Τζάμος, 2011).

Διάρκεια κάλυψης του εδάφους σε υπό κάλυψη θερμοκήπια

Η διάρκεια εφαρμογής της ηλιοαπολύμανσης εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Το ελάχιστο διάστημα που χρειάζεται να είναι ερμητικά καλυμμένο το έδαφος με χρήση διάφανου πολυαιθυλενίου είναι 4-5 εβδομάδες. Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε υπό κάλυψη θερμοκήπια εμποδίζεται από το υλικό της οροφής, περιορίζοντας την ένταση της διερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως την αποτελεσματικότητά της. Γι' αυτό το λόγο τα υλικά των οροφών θα πρέπει να καθαρίζονται ώστε να διεισδύει η ηλιακή ακτινοβολία απρόσκοπτα. Απαραίτητη επίσης είναι η παράταση της ερμητικής κάλυψης του εδάφους τουλάχιστον για μια επιπλέον εβδομάδα (Εικόνα 2.2) (Κουμπάκης, 2012).



Εικόνα 0.2: Ηλιοαπολύμανση σε θερμοκήπιο (πηγή: <http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film>)

Πλαστικά κάλυψης του εδάφους

Κατά την εφαρμογή της ηλιοαπολύμανσης χρησιμοποιούνται πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου ή αδιαπέραστα πλαστικά πολυαμιδίου και πολυαιθυλενίου. Μετά την απόσυρση του βρωμιούχου μεθυλίου ως μέθοδο απολύμανσης του εδάφους, οι εταιρείες πλαστικών ανέπτυξαν περαιτέρω την έρευνα πάνω στα διαφανή αδιαπέραστα υλικά. Σήμερα στην αγορά κυκλοφορούν διαφανή αδιαπέραστα πλαστικά με διαπερατότητα <0,10 gr/m²/ώρα και πάχους 32 μικρά για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αυτής της μεθόδου, τη μείωση της διάρκειας της και τη δυνατότητα συνδυασμού της με μικρές δόσεις επιτρεπόμενων απολυμαντικών (metham sodium, dazomet κ.ά.). Τα διαφανή αδιαπέραστα υλικά έχουν τη δυνατότητα να επιταχύνουν την αποτελεσματικότητα της μεθόδου να αντιμετωπίζουν ένα ευρύτερο φάσμα εδαφογενών παθογόνων, να χρησιμοποιούνται σε περιοχές με οριακές κλιματικές συνθήκες με καλύτερα αποτελέσματα, ενώ συγχρόνως προστατεύουν το περιβάλλον και την υγεία των αγροτών (Τζάμος, 2011).

Στα θερμοκήπια η κάλυψη του εδάφους με πλαστικό πρέπει να είναι πλήρης χωρίς να υπάρχει ακάλυπτο έδαφος στις άκρες, εφαρμόζοντας τη μέθοδο του φακέλου (Τζάμος, 2011).

Ευαισθησία των παθογόνων

Η αποτελεσματική δράση της ηλιοαπολύμανσης επηρεάζεται από τη φύση των διάφορων εδαφογενών παθογόνων που διαχειμάζουν στο έδαφος. Το παθογόνο *Pyrenochaeta lycopersici* που προκαλεί τη φελλώδη σηψιρριζία της ντομάτας μπορεί να αντιμετωπιστεί με ηλιοαπολύμανση διάρκειας 2-3 εβδομάδων, ενώ ο μύκητας *Verticillium dahlia* απαιτεί συνήθως 4 εβδομάδες. Χαρακτηριστικό των ευαίσθητων παθογόνων είναι η εμφάνιση ακόρεστων λιπαρών οξέων στις μεμβράνες των κυττάρων τους, ενώ η εμφάνιση των κορεσμένων λιπαρών οξέων τα καθιστά ανθεκτικά στην ηλιοαπολύμανση (Τζάμος, 2011). Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα κυριότερα είδη παθογόνων μυκήτων σε έδαφος θερμοκηπίου με καλλιέργεια τομάτας και το πόσο επιδρά η ηλιοαπολύμανση στην εξέλιξή τους.

Πίνακας 0.1: Επίδραση της ηλιοαπολύμανσης στην εξέλιξη της παθογόνου μυκοχλωρίδας σε έδαφος θερμοκηπίου με καλλιέργεια τομάτας (πηγή: Τσαπικούνης, 1996)

Είδος	Αποικίες ανά g εδάφους		
	α*	β*	γ*
<i>Alternaria alternata</i>	60	80	0
<i>A. alternata f.sp. lycopersici</i>	40	20	0
<i>A. chlamydospora</i>	20	40	20
<i>A. solani</i>	60	20	0
<i>Botryosporium longibrachiatum var. megaspora</i>	20	20	0
<i>Botrytis cinerea</i>	100	80	0
<i>Colletotrichum coccodes</i>	120	100	0
<i>Fulvia fulva</i>	20	0	0
<i>Fusarium moniliforme</i>	40	60	0
<i>F. oxysporum f.sp. lycopersici</i>	350	180	0
<i>F. oxysporum f.sp. radices - lycopersici</i>	140	180	20
<i>F. solani</i>	200	280	20
<i>Phoma lycopersici</i>	40	20	20
<i>Phytophthora parasitica</i>	20	0	0
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	120	100	0
<i>Pythium debaryanum</i>	20	20	0
<i>Rhizoctonia solani</i>	60	80	0
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	40	40	0
<i>Stemphylium botryosum</i>	20	40	0
<i>Ulocladium chartarum</i>	40	20	0
<i>Verticillium dahliae</i>	120	100	0

*α: έδαφος μάρτυρας πριν την ηλιοαπολύμανση, β: έδαφος μάρτυρας 10 εβδομάδες μετά την ηλιοαπολύμανση, γ: έδαφος μετά την ηλιοαπολύμανση

Η αναγκαιότητα του ποτίσματος πριν από την κάλυψη ή μετά

Η άρδευση του εδάφους στην μέθοδο της ηλιοαπολύμανσης είναι αναγκαία για την ορθή αποτελεσματικότητά της και η απαίτηση σε νερό μπορεί να φτάσει και τα 30 κυβικά το στρέμμα. Βέβαια αυξομείωση αυτής της ενδεικτικής ποσότητας έχουμε ανάλογα με τις ιδιότητες του εδάφους. Αρδευτικοί σωλήνες μπορούν να τοποθετηθούν σε απόσταση ενός μέτρου ο ένας από τον άλλον και το πότισμα να γίνεται και μετά την κάλυψη του εδάφους. Το ενδιάμεσο πότισμα δεν συνίσταται καθώς είναι μεγάλη η απώλεια της θερμότητας καθυστερώντας τουλάχιστον μια επιπλέον εβδομάδα για την συμπλήρωση του απαραίτητου χρόνου της ηλιοαπολύμανσης (Τζάμος, 2011).

Τα πλεονεκτήματα της ηλιοαπολύμανσης είναι (Τζάμος, 2011; Λόλας, 2007; Τσαπικούνης, 1996; Πατακιούτας, 2002):

- η ευκολία εφαρμογής της από τον αγρότη – παραγωγό
- το σχετικά χαμηλό κόστος εφαρμογής της
- η αποφυγή της χρήσης τοξικών χημικών
- η απουσία κινδύνου για την υγεία του αγρότη – παραγωγού και του καταναλωτή
- η απουσία κινδύνου για το περιβάλλον
- η αντιμετώπιση πολλών εδαφογενών παθογόνων
- ο έλεγχος των ζιζανίων στο στάδιο του σπόρου όταν βρίσκονται σε λήθαργο, σε αντίθεση με τα ζιζανιοκτόνα που είναι αναποτελεσματικά
- η αποφυγή δημιουργίας «βιολογικού κενού» (δηλ. καταστροφή όλων των μικροοργανισμών)
- η αποφυγή κόπωσης του εδάφους
- η μακροχρόνια δράση της
- η αύξηση γονιμότητας του εδάφους και
- η αύξηση των αποδόσεων των καλλιεργειών.

Τα μειονεκτήματα της ηλιοαπολύμανσης είναι (Λόλας, 2007; Κουμπάκης, 2012; Πατακιούτας, 2002):

- ο χρόνος παραμονής του θερμοκηπίου που παραμένει ανενεργό για μεγάλο χρονικό διάστημα (1-2 μήνες)
- ο μειωμένος έλεγχος ορισμένων δυσεξόντωνων ζιζανίων (π.χ. της αγριάδας, της αγριοβρώμης, της αγριομελιτζάνας, του βέλιουρα, του κίρσιου, της περικοκλάδας και της κύπερης)
- ο μειωμένος έλεγχος ορισμένων μυκήτων (π.χ. *Macrophomina phaseolina*, *Plasmodiophora brassicae*)
- ο μειωμένος έλεγχος ορισμένων νηματωδών (π.χ. *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus neoamblycephalus*) και
- η μειωμένη αποτελεσματικότητα της μεθόδου σε περιοχές με μικρή ηλιοφάνεια.

2.1.2 Απολύμανση με ατμό

Η απολύμανση του εδάφους με ατμό γίνεται, είτε με διοχέτευση σε αυτό ζεστού ατμού ή συνδυασμό ζεστού ατμού και αέρα. Με τη μέθοδο αυτή επέρχεται ο θερμικός θάνατος τόσο των παθογόνων, των εχθρών και των ζιζανίων στο έδαφος όσο και των ωφέλιμων μικροοργανισμών. Οι διάφοροι φυτοπαθογόνοι οργανισμοί που βρίσκονται στο έδαφος έχουν ευαισθησία στη θερμοκρασία, η οποία διαφέρει ανάλογα με το είδος και την κατηγορία τους (Πίνακας 2.2) (Ανώνυμος, 2005). Αυτή η μέθοδος είναι αποτελεσματική για την καταπολέμηση των περισσότερων φυτοπαθογόνων, όταν η θερμοκρασία είναι περίπου στους 82 °C για τουλάχιστον 30 min (στο ψυχρότερο σημείο του εδάφους) (Πατακιούτας, 2002).

Πίνακας 0.2: Εύρος θερμοκρασιών για την καταπολέμηση των φυτοπαθογόνων (πηγή: Πατακιούτας, 2002)

Θερμοκρασία (°C)	Καταπολέμηση φυτοπαθογόνων οργανισμών
50 °C	Νηματώδεις, μερικοί ωομύκητες
60-72 °C	Τα περισσότερα φυτοπαθογόνα
82 °C	Τα υπόλοιπα φυτοπαθογόνα, οι περισσότεροι ιοί και τα ζιζάνια
95-100 °C	Σπόροι ζιζανίων, ορισμένοι ανθεκτικοί ιοί (π.χ. ιός του μωσαϊκού του καπνού – TMV)

Οι νηματώδεις είναι πιο ευαίσθητοι στην υψηλή θερμοκρασία και ακολουθούν οι μύκητες, τα έντομα, τα βακτήρια και ιοί. Τα περισσότερα φυτοπαθογόνα καταστρέφονται στη θερμοκρασία των 70 °C για 30 λεπτά ενώ οι ιοί καταστρέφονται σε υψηλότερες θερμοκρασίες (Πατακιούτας, 2002). Τα ζιζάνια καταστρέφονται και αυτά σε υψηλές θερμοκρασίες και κατατάσσονται ανάμεσα στα βακτήρια και στους ιούς (Ανώνυμος, 2005).

Η παραγωγή του ατμού γίνεται από σταθερούς, φορητούς ή και τροχήλατους ατμολέβητες ή ατμογεννήτριες, όπου οδηγείται με αγωγούς στο ειδικό κάλυμμα που σκεπάζει το έδαφος, όπου στη συνέχεια διοχετεύεται στο έδαφος υπό πίεση (Εικόνα 2.3) (Κουμπάκης, 2012).



Εικόνα 0.3: Τροχήλατος ατμολέβητας με ειδικό κάλυμμα για την απολύμανση εδάφους θερμοκηπίου με ατμό (πηγή: <https://www.moeschle.de/en/hood-steaming>)

Η απολύμανση του εδάφους στο θερμοκήπιο με τη χρήση ατμού μπορεί να γίνει, είτε με τη χρήση πλαστικού καλύμματος PVC (μέθοδος του «μπαλονιού»), είτε με τη χρήση ειδικού καλύμματος, σε βάθος 20-30 cm.

Το έδαφος πριν την απολύμανση πρέπει να έχει προετοιμαστεί καλά (οργωμένο, φρεζαρισμένο, επίπεδο και απαλλαγμένο από ζιζάνια και υπολείμματα) και να βρίσκεται στο ρώγιο του. Επαναμόλυνση του εδάφους από παθογόνα είναι πιθανόν να δημιουργηθεί από την ύπαρξη σβόλων σε αυτό που δεν απολυμάνθηκαν σωστά. Η μέθοδος του «μπαλονιού» επιτυγχάνεται με τη χρήση πλαστικού καλύμματος που απλώνεται στο έδαφος και το οποίο πρέπει να αντέχει τις υψηλές θερμοκρασίες του ατμού. Οι άκρες του πλαστικού θα πρέπει να παραχώνονται στο έδαφος σε βάθος περίπου 10-20 cm ανάλογα με την πίεση του ατμού, ώστε ο ατμός να μην διαφεύγει (Εικόνα 2.4) (Κουμπάκης, 2012). Ο ατμός μεταφέρεται κάτω από το πλαστικό κάλυψης με ειδικό σωλήνα που είναι συνδεδεμένος με τον λέβητα κάνοντας το πλαστικό να φουσκώσει διοχετεύοντας τον ατμό προς τα κάτω (Εικόνα 2.4). Αυτή η μέθοδος μπορεί επίσης να πραγματοποιηθεί και με την τοποθέτηση υπόγειων σωλήνων στο έδαφος. Άλλος ένας τρόπος αποτελεσματικότερης απολύμανσης με ατμό σε μεγαλύτερο βάθος είναι με την εφαρμογή αρνητικής πίεσης (Πατακιούτας, 2002).

Στη μέθοδο, όπου χρησιμοποιείται ειδικό κάλυμμα, το οποίο συνήθως είναι τοποθετημένο στο πίσω μέρος του γεωργικού ελκυστήρα, ο ατμός μεταφέρεται μέσω ειδικού σωλήνα σε αυτόν και στην συνέχεια διοχετεύεται υπό πίεση στο έδαφος (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 0.4: Απολύμανση με ατμό με τη μέθοδο του «μπαλονιού» (πηγή: <https://www.moeschle.de/en/deep-steaming>)



Εικόνα 0.5: Απολύμανση με ατμό με τη χρήση ειδικού καλύμματος (πηγή: <https://www.moeschle.de/en/hood-steaming>)

Η μέθοδος της απολύμανσης με ατμό έχει όλα τα θετικά στοιχεία της ηλιοαπολύμανσης, δίνοντας προσοχή στα εξής (Κουμπάκης, 2012; Πατακιούτας, 2002):

- είναι εύκολη στην εφαρμογή της αλλά πρέπει να γίνεται από κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό και
- να αποφεύγεται η εφαρμογή υψηλών θερμοκρασιών (100-140 °C) για μεγάλο χρονικό διάστημα, καθώς δημιουργείται «βιολογικό κενό» (δηλ. καταστροφή όλων των μικροοργανισμών), με συνέπεια να δημιουργούνται μεγαλύτερες ζημιές στην καλλιέργεια σε περίπτωση επαναμόλυνσης. Επίσης, σε υψηλές θερμοκρασίες απελευθερώνονται άλατα Mn και αμμωνία σε τοξικά επίπεδα για τα φυτά.

Τα μειονεκτήματα της απολύμανσης με ατμό είναι (Κουμπάκης, 2012):

- αυξημένο κόστος της αρχικής επένδυσης, αλλά με τρόπους μείωσης της οικονομικής επιβάρυνσης, όπως είναι:
 - η συνεταιριστική αγορά του ατμολέβητα με τον εξοπλισμό του από αγρότες – παραγωγούς με θερμοκήπια σε μια περιοχή
 - η ενοικίαση της υπηρεσίας παροχής ατμού από κάτοχο του εξοπλισμού
 - ο λέβητας του θερμοκηπίου να χρησιμοποιείται και για την κάλυψη των θερμικών αναγκών του αλλά και για την απολύμανση του εδάφους, ώστε το κόστος του εξοπλισμού του θερμοκηπίου να μειωθεί και να καλυφθεί το θερμοκήπιο από όλες τις μορφές θερμικής ενέργεια που απαιτεί.

2.1.3 Βιοαπολύμανση

Η βιοαπολύμανση είναι μια εναλλακτική μέθοδος απολύμανσης που βασίζεται στη δημιουργία αναερόβιων συνθηκών στο έδαφος, οι οποίες επιτυγχάνονται με την κάλυψη του εδάφους με διαφανή αδιαπέραστο πλαστικό για περίπου 12-15 εβδομάδες και την προσθήκη οργανικής ουσίας ή φυτικών υπολειμμάτων (Εικόνα 2.6) (Kirkegaard and Sarwar, 1998; Κουμπάκης, 2012).

Ουσιαστικά είναι μια παραλλαγή της ηλιοαπολύμανσης που είναι προσαρμοσμένη για περιοχές ή περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια, όπου γίνεται προσθήκη φυτικής μάζας ή οργανικής ουσίας, ακολουθεί πότισμα και ερμητική κάλυψη του εδάφους με αδιαπέραστο πλαστικό (Κουμπάκης, 2012).

Καθώς η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το διαφανές πλαστικό δρα πάνω στο έδαφος και στην φυτική μάζα ή στην οργανική ουσία και σε συνέργεια με την υγρασία του εδάφους και

τους σαπροφυτικούς οργανισμούς, δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες ζύμωσης, με συνέπεια οι παθογόνοι οργανισμοί να ασφυκτιούν και να θανατώνονται (Κουμπάκης, 2012).

Η εφαρμογή κοπριάς βοοειδών σε ποσότητα 10 kg/m² σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια τομάτας μείωσε σημαντικά την προσβολή των φυτών από νηματώδεις του γένους *Meloidogyne* και αύξησε την παραγωγή κατά 50% (Gomez *et al.*, 2010).

Σήμερα χρησιμοποιούνται και άλλου είδους οργανικές ύλες, όπως υπολείμματα κοπριάς πουλερικών, οργανικά απόβλητα από τη βιομηχανία τροφίμων και σταυρανθή τα οποία συμβάλλουν στην αποτελεσματικότητα της ηλιοαπολύμανσης (Τζάμος, 2011).

Η μέθοδος της βιοαπολύμανσης παρουσιάζει όλα τα θετικά στοιχεία της ηλιοαπολύμανση με επιπλέον, το ότι δεν απαιτεί υψηλή ηλιακή ακτινοβολία και μπορεί εφαρμοστεί σε περιοχές ή περιόδους με χαμηλή ηλιοφάνεια, ώστε να μην χάνεται μία καλλιεργητική περίοδος (Πατακιούτας, 2002).



Εικόνα 0.6: Βιοαπολύμανση σε θερμοκήπιο (πηγή: <http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film>)

2.1.4 Αναερόβια απολύμανση

Μια άλλη μέθοδος απολύμανσης του εδάφους είναι η αναερόβια απολύμανση με προσθήκη υπολειμμάτων και κατάκλυση του εδάφους με νερό.

Είναι μια νέα μέθοδος που αναπτύσσεται τα τελευταία χρόνια και η οποία περιλαμβάνει την προσθήκη στο έδαφος κάποιων ποσοτήτων υπολειμμάτων (ποικίλει ανάλογα με το είδος) (π.χ. πίτυρα σιτηρών, κοπριά πουλερικών κ.ά.) ως πηγή άνθρακα για τους μικροοργανισμούς και στη συνέχεια ακολουθεί κατάκλυση με νερό και κάλυψη με αδιαπέραστο πλαστικό

(Εικόνα 2.7). Ο άνθρακας χρησιμοποιείται γρήγορα από τους μικροοργανισμούς παράγοντας αέρια διοξειδίου του άνθρακα και οργανικά οξέα. Με την κάλυψη του εδάφους με αδιαπέραστο πλαστικό δεν επιτρέπεται η είσοδος του οξυγόνου στο έδαφος, δημιουργώντας αναερόβιες συνθήκες με αποτέλεσμα τα παθογόνα να θανατώνονται. Ο χρόνος κάλυψης του εδάφους διαρκεί μερικές εβδομάδες, ανάλογα με τη θερμοκρασία που επικρατεί εκείνη την περίοδο. Σε υψηλές θερμοκρασίες ο χρόνος κάλυψης διαρκεί λιγότερο από ότι στην ηλιοαπολύμανση (Ανώνυμος, 2018).

Αυτή η μέθοδος έχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα σε βαριά εδάφη τα οποία δεν στραγγίζουν γρήγορα, χρησιμοποιώντας πολύ νερό, ώστε να δημιουργηθούν οι αναερόβιες συνθήκες. Το κόστος της είναι μεγαλύτερο από την ηλιοαπολύμανση, αφού απαιτεί τη χρήση αδιαπέραστων πλαστικών, την πηγή άνθρακα και νερό (Ανώνυμος, 2018).



Εικόνα 0.7: Αναερόβια απολύμανση (πηγή: <http://www.abdiogullari.com/en/products/agricultural-products/solarization-film>)

2.2 Χημικές μέθοδοι

Τα χημικά απολυμαντικά του εδάφους χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τα απολυμαντικά με ευρύ φάσμα δράσης, όπως είναι το metham (metam) sodium και το dazomet και τα απολυμαντικά με περιορισμένο φάσμα δράσης, όπως είναι fenamiphos, το oxamyl, το fosthiazate, το fluopyram, το abamectin και το geraniol – thymol, όπου και στην συνέχεια παρουσιάζονται.

2.2.1 Απολυμαντικά εδάφους με ευρύ φάσμα δράσης

Τα απολυμαντικά του εδάφους με βάση το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (methyl isothiocyanate), όπως είναι το metham sodium και το dazomet, είναι απολυμαντικά με ευρύ φάσμα δράσης, δηλαδή έχουν νηματωδοκτόνο, μυκητοκτόνο, εντομοκτόνο και ζιζανιοκτόνο δράση ταυτόχρονα.

Η θερμοκρασία επηρεάζει σημαντικά την πτητικότητα του ισοθειοκυανιούχου μεθυλίου. Σε χαμηλές θερμοκρασίες αυτή η ουσία δεν εξαερώνεται εύκολα και παραμένει για μεγάλο χρονικό διάστημα στο έδαφος, προκαλώντας τοξικότητα στα φυτά τα οποία θα καλλιεργηθούν μετά την απολύμανση (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος θα πρέπει, πριν τη σπορά ή τη φύτευση ή τη μεταφύτευση των φυτών, να γίνεται η δοκιμή φυτοτοξικότητας και βλαστικότητας με την εφαρμογή του τεστ του καρδάμου, που είναι τεστ ανίχνευσης τυχόν υπολειμμάτων του methyl isothiocyanate (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη χρήση ευαίσθητων σπόρων κάρδαμου (ως προς το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο) μετά τον αερισμό του εδάφους με τα εξής βήματα (ΥΠΑΑΤ, 2020):

- λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων εδάφους από το στρώμα όπου έγινε η ενσωμάτωση σε βάθος 0-20 cm, ομογενοποίηση του δείγματος και τοποθέτησή του σε γυάλινο βάζο με βιδωτό πώμα μέχρι τη μέση
- λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων εδάφους από το στρώμα κάτω από το στρώμα ενσωμάτωσης σε βάθος 20-40 cm, ομογενοποίηση του δείγματος και τοποθέτησή του σε γυάλινο βάζο με βιδωτό πώμα μέχρι τη μέση
- λήψη αντιπροσωπευτικών δειγμάτων εδάφους μη απολυμασμένου χώματος σε βάθος 0-40 cm, ομογενοποίηση του δείγματος και τοποθέτησή του σε γυάλινο βάζο με βιδωτό πώμα μέχρι τη μέση
- τοποθέτηση υγρού βαμβακιού με σπόρους κάρδαμου κρεμασμένο με σπάγκο από το καπάκι σε κάθε γυάλινο δοχείο
- κλείσιμο των βάζων και τοποθέτησής τους σε ζεστό και ηλιόλουστο χώρο
- φυσιολογικά οι σπόροι του κάρδαμου βλαστάνουν σε 1-2 ημέρες στους 20 °C. Εάν υπάρχει απουσία ή καθυστέρηση της βλάστησης ή μεταχρωματισμός των σποροφύτων σε σχέση με το μη απολυμασμένο χώμα, το έδαφος πρέπει να αεριστεί ξανά και ο έλεγχος να επαναληφθεί μετά από 2 ημέρες. Η περίοδος αερισμού

αυξάνεται κατά 2 ημέρες κάθε φορά, εφόσον η δοκιμή φυτοτοξικότητας είναι θετική.

2.2.1.1 Metham (metam) sodium

Το metham sodium έχει μυκητοκτόνο, νηματοδοκτόνο και ζιζανιοκτόνο δράση που οφείλεται στο απολυμαντικό αέριο ισοθειοκυανικό μεθύλιο που εκλύεται κατά την αποδόμηση του. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις καλλιέργειες λαχανικών και καλλωπιστικών θερμοκηπίου. Χρησιμοποιείται σαν απολυμαντικό εδάφους για την καταπολέμηση των μυκήτων, (πύθιο - *Pythium spp.*, φυτόφθορα - *Phytophthora spp.*, σκληρωτίνια - *Sclerotinia spp.*, φουζάριο - *Fusarium spp.*, βερτιτσίλλιο - *Verticillium spp.* και ριζοκτόνια - *Rhizoctonia spp.*), των νηματωδών (εκτός από τους κυστονηματώδεις του γένους *Heterodera*) και των ετήσιων ζιζανίων στο στάδιο του βλαστώντος σπόρου σε βάθος μέχρι 25εκ., (λουβουδιά, νεραγριάδα, γλυστρίδα, σετάρια, αγριοτοματιά, βέλιουρας, οξαλίδα, κ.ά.) (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Στο εμπόριο κυκλοφορεί σε μορφή πυκνού διαλύματος (SL) και με τις ονομασίες Laisol 40 SL, Nemasol 51 SL, Raisan 51 SL, Vapam forte 51 SL, Scorcher 51 SL, Sodam 51 SL, Fumasol 51 SL και Sodam K 69 SL (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: το έδαφος που θα απολυμανθεί θα πρέπει να είναι ψιλοχωματισμένο, να μην περιέχει υπολείμματα βλαστών ή ριζών, με αρκετή εδαφική υγρασία και η θερμοκρασία του να κυμαίνεται μεταξύ 10-25 °C σε βάθος 10 cm. Εφαρμόζεται στο επιθυμητό βάθος, πριν τη σπορά ή τη φύτευση των καλλιεργειών, ομοιόμορφα επί των γραμμών σποράς ή φύτευσης. Η εφαρμογή του στο θερμοκήπιο γίνεται μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης, μετά από κάλυψη του εδάφους με πλαστικό, όπου προστίθεται η απαιτούμενη ποσότητα του σκευάσματος σε αναλογία 0,1-2% στο συνολικό όγκου νερού. Το metham sodium δεν συνδυάζεται με άλλα φυτοπροστατευτικά προϊόντα (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Το χρονικό διάστημα μεταξύ της εφαρμογής και της σποράς ή φύτευσης είναι 15 ημέρες για εδάφη ελαφρά ή μέσης σύστασης, 20 ημέρες σε εδάφη βαριά, υγρά και συνεκτικά και 30 ημέρες αν κατά την εφαρμογή του και μετά από αυτήν επικρατούσαν χαμηλές θερμοκρασίες. Για τον έλεγχο υπολειμμάτων στο έδαφος, πριν την σπορά ή τη φύτευση των καλλιεργειών, θα πρέπει να γίνει η δοκιμή με τη χρήση των ευαίσθητων σπόρων κάρδαμου (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.1.2 Dazomet

Το dazomet είναι υποκαπνιστικό εδάφους λόγω του ισοθειοκυανικού μεθυλίου που εκλύεται κατά την αποδόμησή του. Χρησιμοποιείται σαν απολυμαντικό εδάφους για την καταπολέμηση των μυκήτων, των νηματωδών, των βλαστώνων σπόρων ζιζανίων και των εντόμων εδάφους. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες σολανωδών, κολοκυνθοειδών, φυλλωδών κράμβων, μαρουλιών, σαλατικών και καλλωπιστικών (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ανήκει στην χημική ομάδα thiadiazine derivatives και στο εμπόριο κυκλοφορεί με μορφή μικρών κόκκων (MG) με την ονομασία Basamid MG και εφαρμόζεται στο έδαφος με ενσωμάτωση (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: το dazomet εφαρμόζεται με την ομοιόμορφη διασπορά των κόκκων στο έδαφος με τη χρήση κατάλληλου μηχανήματος διανομής. Η ενσωμάτωση γίνεται χρησιμοποιώντας κατάλληλο μηχανήμα σε βάθος 10 cm όταν πρόκειται για την καταπολέμηση ζιζανίων ή σε 20 cm όταν πρόκειται για την καταπολέμηση νηματωδών, εντόμων και μυκήτων εδάφους. Το έδαφος μετά την ενσωμάτωση πρέπει να καλυφθεί με πλήρως αδιαπέραστο πλαστικό φιλμ τύπου TIF (total impermeable film) για χρονικό διάστημα 5 εβδομάδων (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Πριν τη σπορά ή τη φύτευση της καλλιέργειας και μετά τον αερισμό του εδάφους επιβάλλεται ο έλεγχος φυτοτοξικότητας/βλαστικότητας, ο οποίος γίνεται με τη χρήση ευαίσθητων σπόρων κάρδαμου στο ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ο χρόνος που απαιτείται για την δράση του απολυμαντικού, τον αερισμό και τη φύτευση μετά την εφαρμογή του εξαρτάται από την θερμοκρασία, την υγρασία και τον τύπο του εδάφους (Πίνακας 2.3). Το χρονικό διάστημα μεταξύ απολύμανσης και φύτευσης είναι μεγαλύτερος σε βαριά εδάφη. Κατά τον αερισμό, όπου γίνεται αναμόλυνση του εδάφους, δεν θα πρέπει να μεταφέρεται έδαφος από τα χαμηλότερα στρώματα, καθώς υπάρχει κίνδυνος επαναμόλυνσης (Ανώνυμος, 2005).

Πίνακας 0.3: Χρόνος φύτευσης μετά από απολύμανση του εδάφους με dazomet (εδάφη κανονικά με μέτρια υδατοϊκανότητα) (πηγή: Ανώνυμος, 2005)

Θερμοκρασία εδάφους (°C) σε 10cm βάθος	Χρόνος δράσης (ημέρες)	Χρόνος αερισμού (ημέρες)	Ημέρες από εφαρμογή μέχρι φύτευση
5	25	20	Περίπου 47
10	12	10	Περίπου 24
15	8	5	Περίπου 15
20	6	3	Περίπου 11
25	4	2	Περίπου 8

2.2.2 Απολυμαντικά εδάφους με περιορισμένο φάσμα δράσης

Τα απολυμαντικά εδάφους με περιορισμένο φάσμα δράσης είναι απολυμαντικά που εφαρμόζονται για συγκεκριμένους εχθρούς ή ασθένειες. Τέτοια απολυμαντικά είναι το fenamiphos, το oxamyl, το fosthiazate, το fluopyram, το abamectin και το geraniol – thymol, τα οποία παρουσιάζονται στην συνέχεια.

2.2.2.1 Fenamiphos

Το fenamiphos είναι οργανοφωσφορικό διασυστηματικό νηματοδοκτόνο και εφαρμόζεται στο έδαφος στα θερμοκήπια με το σύστημα της στάγδην άρδευσης. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στις καλλιέργειες των σολανωδών (τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά), των κολοκυνθοειδών (αγγούρι, κολοκύθι, πεπόνι, καρπούζι) και καλλωπιστικών φυτών. Η εφαρμογή του γίνεται για την καταπολέμηση του νηματώδη *Meloidogyne incognita*. Το fenamiphos απορροφάται από τις ρίζες των φυτών και δρα στο νευρικό σύστημα των νηματωδών αναστέλλοντας την παραγωγή της ακετυλοχολιστερινάσης (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Στο εμπόριο βρίσκεται σε μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού (EC) αλλά και σε εναιώρημα μικροκαψουλών (CS), με τις ονομασίες Nemaicur 40 EC και Nemaicur 240 CS (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: η εφαρμογή του γίνεται στο έδαφος με το σύστημα της στάγδην άρδευσης του θερμοκηπίου. Η ποσότητα που χρησιμοποιείται σε 1 στρ. είναι περίπου 2,5 L. Επίσης, πρέπει να γίνεται εναλλαγή με νηματοδοκτόνα άλλων ομάδων διαφορετικού τρόπου δράσης πέραν των οργανοφωσφορικών, ώστε να μην αποκτήσουν ανθεκτικότητα οι νηματώδεις στο fenamiphos (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.2.2 Oxamyl

Το oxamyl είναι καρβαμιδικό διασυστηματικό νηματωδοκτόνο με δράση επαφής και στομάχου και δρα στο νευρικό σύστημα λόγω αναστολής της ακετυλοχολινεστεράσης.

Καταπολεμά τους νηματώδεις των γενών *Meloidogyne*, *Heterodera*, *Globodera*, *Pratylenchus* και *Ditylenchus*. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες σολανωδών (τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά) και κολοκυνθοειδών (αγγούρι, κολοκύθι, πεπόνι, καρπούζι) (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Στο εμπόριο βρίσκεται με τη μορφή κόκκων (GR) και πυκνού διαλύματος (SL), με τις ονομασίες Vydate 5 G, Vydate 10 G, Vydate max GR, Vydate 10 SL, Olredy 10 SL, Afromyl 10 SL, Oxamyl ascenza 10 SL, Nemadate 10 SL, Nematyl 10 SL και Vitelent 10 SL (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: η εφαρμογή του γίνεται είτε με τον ομοιόμορφο διασκορπισμό των κόκκων στην επιφάνεια του εδάφους με χρήση μηχανικών μέσων και την ενσωμάτωσή τους σε βάθος 10 cm, όταν είναι σε κοκκώδη μορφή, είτε μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης του θερμοκηπίου κατά τη φύτευση ή μεταφύτευση των φυτών. Επίσης, θα πρέπει να γίνεται εναλλαγή των εφαρμογών με νηματωδοκτόνα με διαφορετικό τρόπο δράσης, ώστε να μην αποκτήσουν ανθεκτικότητα οι νηματώδεις στο oxamyl (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.2.3 Fosthiazate

Το fosthiazate είναι οργανοφωσφορικό νηματωδοκτόνο επαφής και στομάχου. Χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των κομβονηματωδών (*Meloidogyne spp.*) στην θερμοκηπιακή καλλιέργεια της τομάτας και της μελιτζάνας. Αρχικά η δράση του είναι μέσω της επαφής προκαλώντας παράλυση στους νηματώδεις, εμποδίζοντας άμεσα την κίνησή τους στο έδαφος και κατ' επέκταση την προσβολή των ριζών. Από την 3η ημέρα της εφαρμογής και μετά αρχίζουν να παρατηρούνται θάνατοι των νηματωδών, ενώ μεταξύ της 9ης και της 17ης ημέρας από την εφαρμογή παρατηρείται το μεγαλύτερο ποσοστό θανάτων (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Στο εμπόριο βρίσκεται σε μορφή γαλακτωματοποιήσιμου υγρού (EC) και λεπτών κόκκων (G), με τις ονομασίες Nemathorin 150 EC και Nemathorin 10 G (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: η εφαρμογή του γίνεται με τον ομοιόμορφο διασκορπισμό των κόκκων στο έδαφος με κατάλληλα μηχανήματα διασποράς και την ενσωμάτωσή τους σε βάθος 10-

15 cm, σε δοσολογία περίπου 3 Kg/στρ. Εάν είναι σε υγρή μορφή η εφαρμογή του γίνεται μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης του θερμοκηπίου πριν τη φύτευση (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.2.4 Fluorpyram

Το fluorpyram είναι νηματοδοκτόνο και μυκητοκτόνο σε ευρύ φάσμα θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπως σε καλλιέργεια τομάτας, μελιτζάνας, πιπεριάς, αγγουριού, κολοκυθιού, κολοκύθας, πεπονιού και καρπουζιού. Η δράση του είναι έντονη εναντίον των ενηλίκων των νηματωδών. Επίσης, προκαλεί καθυστέρηση στην ανάπτυξη των αβγών τα οποία βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο και περιορίζει την εκκόλαψή τους. Σε βιοχημικό επίπεδο παρουσιάζει ένα νέο τρόπο δράσης καθώς παρεμποδίζει τη μιτοχονδριακή αναπνοή μπλοκάροντας τη μεταφορά των ηλεκτρονίων στην αναπνευστική αλυσίδα του Succinate Quinone Reductase (σύμπλοκο II - παρεμποδιστής SQR). Περίπου 30 λεπτά μετά την εφαρμογή του αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα συμπτώματα, καθώς οι νηματώδεις αρχίζουν να κινούνται πιο αργά και μετά από 1-2 ώρες τελικά παραλύουν εντελώς (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Το fluorpyram έχει επίσης και μυκητοκτόνο δράση και παρουσιάζει ακροπέταλη κίνηση μέσω των αγγείων του ξύλου. Σε βιοχημικό επίπεδο παρεμποδίζει τη μιτοχονδριακή αναπνοή μπλοκάροντας τη μεταφορά των ηλεκτρονίων στην αναπνευστική αλυσίδα του Succinate DeHydrogenase (σύμπλοκο II – παρεμποδιστής SDH). Δρα παρεμποδίζοντας τη βλάστηση και την ανάπτυξη των σπορίων καθώς και την ανάπτυξη του μυκηλίου με διάρκεια από 30 έως 60 ημέρες (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ανήκει στην χημική ομάδα των πυριμιδών και στο εμπόριο κυκλοφορεί σε μορφή συμπυκνωμένου αιωρήματος (SC) με την ονομασία Velum prime SC (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: εφαρμόζεται στο έδαφος μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Αρχικά θα πρέπει να γίνει άρδευση με το 50% του συνολικού όγκου νερού. Εφαρμογή του σκευάσματος με το υπόλοιπο 40% του συνολικού όγκου νερού και ολοκλήρωση της άρδευσης με ταυτόχρονο ξέπλυμα του συστήματος της στάγδην άρδευσης με το υπόλοιπο 10% του συνολικού όγκου νερού (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.2.5 Abamectin

Το abamectin είναι νηματωδοκτόνο για καλλιέργειες κηπευτικών θερμοκηπίου και εφαρμόζεται στο έδαφος με ριζοπότισμα ή μέσω του συστήματος της στάγδην άρδευσης. Δρα κυρίως με επαφή και μέσω της συνεχούς ενεργοποίησης της ροής ιόντων χλωρίου, προκαλεί παράλυση στους νηματώδεις με αποτέλεσμα να σταματούν να τρέφονται και να πεθαίνουν σύντομα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργειες πιπεριάς, μελιτζάνας, αγγουριού, κολοκυθιού, πεπονιού, καρπουζιού, φρέσκων φασολιών και τομάτας (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ανήκει στην χημική ομάδα των αβερμεκτινών και στο εμπόριο κυκλοφορεί σε μορφή πυκνού εναιωρήματος (SC) με την ονομασία Tervigo 020 SC (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: εφαρμόζεται στο έδαφος με ριζοπότισμα ή μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης. Πριν την χρήση του θα πρέπει να ρυθμιστεί ο εξοπλισμός εφαρμογής έτσι ώστε να διασφαλίζεται η κατανομή της σωστής δόσης του σκευάσματος στο έδαφος και η μέγιστη απορρόφησή του. Η έναρξη των εφαρμογών του πραγματοποιείται 1-5 ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Η υπερβολική ποσότητα νερού μειώνει την αποτελεσματικότητα του σκευάσματος απέναντι στους νηματώδεις, καθώς απορροφάται σε μεγαλύτερο βάθος. Δεν συνδυάζεται με άλλα σκευάσματα (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.2.6 Geraniol και thymol

Το geraniol και το thymol είναι νηματωδοκτόνα με δράση επαφής και χρησιμοποιούνται μέσω της στάγδην άρδευσης, κατά ή μετά τη μεταφύτευση, σε υπαίθριες και θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Ο συνδυασμός των δυο αυτών δραστικών ουσιών προορίζεται για τον έλεγχο φυτοпараσιτικών νηματωδών του γένους *Meloidogyne* (κομβονηματωδών). Η δράση του geraniol περιορίζει την προσβολή (αριθμό κόμβων) αναστέλλοντας την εκκόλαψη των αυγών και την κινητικότητα των νεαρών μορφών και το thymol προκαλεί ακινητοποίηση των νεαρών μορφών και αναστέλλει την εκκόλαψη των αυγών. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργεια φράουλας, σολανωδών (τομάτα, μελιτζάνα, πιπεριά, γλυκοπιπεριά, πιπεριά chilli, μπάμια) και κολοκυνθοειδών (αγγούρι, αγγουράκι, κολοκύθι, κολοκύθα, πεπόνι, καρπούζι) (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Ανήκει στην χημική ομάδα των οξυγονωμένων μονοτερπενίων και στο εμπόριο κυκλοφορεί σε μορφή αιωρήματος μικροκαψουλών (CS) με την ονομασία Cedroz CS (ΥΠΑΑΤ, 2020).

Τρόπος εφαρμογής: πριν τη χρήση του θα πρέπει να γίνει ανάδευση της φιάλης ή του δοχείου. Προσθήκη της συνιστώμενης ποσότητας του σκευάσματος στο σύστημα της στάγδην άρδευσης, με τη χρήση δοσομετρητή και με τον αναδευτήρα σε λειτουργία. Αρχικά πότισμα με τη μισή ποσότητα του νερού και εφαρμογή του προϊόντος στο 20% του συνολικού όγκου του νερού. Μετά την εφαρμογή του σκευάσματος συνέχιση του ποτίσματος με καθαρό νερό (με το υπόλοιπο 30% του συνολικού όγκου), ώστε να γίνει σωστή κατανομή του προϊόντος στην ριζόσφαιρα καθώς και να καθαριστεί το σύστημα άρδευσης. Για το ξέπλυμα του συστήματος της στάγδην άρδευσης συνιστάται να μην χρησιμοποιείται μεγαλύτερο όγκος νερού, προκειμένου να αποφευχθεί η έκπλυση του σκευάσματος. Μετά την εφαρμογή του το έδαφος θα πρέπει να διατηρείται υγρό. Δεν παρουσιάζει φυτοτοξικότητα στις συνιστώμενες χρήσεις και δόσεις (ΥΠΑΑΤ, 2020).

2.2.3 Ήπια απολυμαντικά εδάφους

Ασβεστούχος κυαναμίδη (calcium cyanamide)

Η ασβεστούχος κυαναμίδη (calcium cyanamide) είναι ήπιο απολυμαντικό εδάφους, καθώς δεν αφήνει χημικά κατάλοιπα στο έδαφος και δεν είναι τοξική για τον άνθρωπο. Θεωρείται από τα πιο σημαντικά απολυμαντικά και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναντίων των εχθρών και των παθογόνων του εδάφους σε προγράμματα ολοκληρωμένης καταπολέμησης. Έχει μυκητοκτόνο, εντομοκτόνο, νηματωδοκτόνο και ζιζανιοκτόνο δράση, χωρίς να έχει ιδιαίτερα αρνητική επίδραση στην ωφέλιμη ανταγωνιστική μικροχλωρίδα (Πατακιούτας, 2002).

Το εμπορικό προϊόν (PERLKA®) περιέχει περίπου 20% άζωτο και 66-68% ασβέστιο σε διάφορες μορφές (Πίνακας 2.4) (AlzChem Group AG, 2018), που έχει σαν αποτέλεσμα κατά την εφαρμογή του τον εμπλουτισμό του εδάφους με νιτρικό άζωτο και ασβέστιο (Πατακιούτας, 2002).

Πίνακας 0.4: Συγκέντρωση χημικών ουσιών του εμπορικού προϊόντος PERLKA® (πηγή: AlzChem Group AG, 2018)

Χημική ονομασία	Συγκέντρωση (% w/w)
Calcium cyanamide, technical	>40
Calcium dihydroxide	13-15
Graphite	>=11
Calcium nitrate	>=10
Calcium sulphate	<3

Το τελικό προϊόν διάσπασης της ασβεστούχου κυαναμίδης στο έδαφος είναι το αμμώνιο (NH_4^+) το οποίο σε συνδυασμό με τα νιτρώδο- και νιτροποιητικά βακτήρια καταλήγει σε νιτρική ρίζα (NO_3^-) και νιτρικό οξύ. Το πρώτο προϊόν διάσπασης δηλ. η κυαναμίδα έχει παρασιτοκτόνο δράση, που στη συνέχεια διασπάται σε ουσίες (γουανιδίνη και δικυανδιαμίνη) που επίσης έχουν παρασιτοκτόνο δράση (Πατακιούτας, 2002).

Η διάσπασή της στο έδαφος ευνοείται από την υψηλή θερμοκρασία, την εδαφική υγρασία (στο σημείο της υδατοϊκανότητας) και από την περιεκτικότητα της οργανικής ουσίας. Η χρόνος εγκατάστασης της καλλιέργειας μετά από την εφαρμογή της εξαρτάται από τη δόση εφαρμογής και από την θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους, και δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 20 ημέρες. Μπορεί να συνδυαστεί και με άλλα απολυμαντικά εδάφους, εκτός από εκείνα που έχουν σαν βάση το ισοθειοκυανιούχο μεθύλιο (Πατακιούτας, 2002).

Η ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με την προσθήκη οργανικής ουσίας και ασβεστούχου κυαναμίδης δίνει πολύ καλά αποτελέσματα, διότι η διάσπαση της ασβεστούχου κυαναμίδης γίνεται πιο γρήγορα και ελαττώνεται ο χρόνος της ηλιοαπολύμανσης κατά μία εβδομάδα τουλάχιστον (Πατακιούτας, 2002).

2.3 Συνδυασμός χημικών και φυσικών μεθόδων απολύμανσης

Ηλιοαπολύμανση σε συνδυασμό με ασβεστούχο κυαναμίδα

Η μέθοδος αυτή βασίζεται στη θέρμανση του εδάφους από τις ακτίνες του ήλιου σε συνδυασμό με την χρήση της ασβεστούχου κυαναμίδης, καθώς και την προσθήκη κάποιας οργανικής ουσίας (π.χ. άχυρα κ.ά.) σαν ήπιο μέσο αναζωογόνησης του εδάφους (Ανώνυμος, 2005).

Η εφαρμογή της μεθόδου γίνεται με τα εξής βήματα (Πατακιούτας, 2002; Ανώνυμος, 2005):

- εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας και απομάκρυνση των υπολειμμάτων
- φρεζάρισμα του εδάφους
- ομοιόμορφος διασκορπισμός 80-100 g/m² ασβεστούχου κυαναμίδης και 500 kg ανά στρέμμα απολυμασμένης χωνεμένης κοπριάς ή άλλης οργανικής ουσίας, όπως άχυρα ή ροκανίδια (1-2 τόνους/στρέμμα)
- ενσωμάτωσή τους στο έδαφος σε βάθος 15-20 cm.

- πότισμα με υδρονέφωση ή τεχνητή βροχή και άπλωμα του δικτύου στάγδην άρδευσης στο έδαφος
- κάλυψη του εδάφους με πλαστικά φύλλα από διαφανές πολυαιθυλένιο, τα οποία πρέπει να εφάπτονται καλά στο έδαφος και να γίνει καλό παράχωμα στις άκρες τους
- αφού καλυφθεί το έδαφος με πλαστικό και κλείσει το θερμοκήπιο, έναρξη λειτουργίας της στάγδην άρδευσης. Το θερμοκήπιο για ένα διάστημα 2-4 εβδομάδων παραμένει κλειστό και το έδαφος καλυμμένο με εμφανή υγρασία σε βάθος 20 cm. Το πόσο και πόσες φορές θα ποτιστεί θα εξαρτηθεί από τη σύσταση του
- άνοιγμα του θερμοκηπίου, ξεσκεπάσμα του εδάφους και
- φύτευση της καλλιέργειας.

Η μέθοδος αυτή έχει αθροιστικά αποτελέσματα, δηλαδή η επαναλαμβανόμενη χρήση της χρόνο με το χρόνο μπορεί να φέρει καλύτερα αποτελέσματα και να επαναφέρει το έδαφος στην φυσιολογική του κατάσταση (Ανώνυμος, 2005).

Το λίπασμα που χρησιμοποιείται είναι κοκκώδες αζωτούχο λίπασμα στο οποίο ο δραστικός του παράγοντας είναι η ασβεστούχος κυαναμίδη. Το άζωτο παρέχεται στα φυτά σταδιακά με αποτέλεσμα να είναι διαθέσιμο στα φυτά για αρκετό χρόνο μετά την εφαρμογή του. Επιπλέον, ο κίνδυνος ρύπανσης των υπόγειων υδάτων όπως και των φυτών με νιτρικά μειώνεται στο ελάχιστο (Ανώνυμος, 2005).

2.4 Καλλιεργητικά και προληπτικά μέτρα

Τα καλλιεργητικά και τα προληπτικά μέτρα είναι θεμελιώδους σημασίας, καθώς συμβάλλουν στη μείωση των ζιζανίων και των παθογόνων του εδάφους σε ένα θερμοκήπιο στο οποίο καλλιεργούνται κηπευτικά ή καλλωπιστικά φυτά.

2.4.1 Αμειψισπορά – αγρανάπαυση

Αμειψισπορά

Η αμειψισπορά είναι η συστηματική εναλλαγή καλλιεργειών στον ίδιο αγρό με διαφορετική αντοχή και ευαισθησία στους εχθρούς και στις ασθένειες, για μια χρονική περίοδο δύο, τριών ή και περισσότερων χρόνων. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει τη μείωση των

πληθυσμών των παθογόνων του εδάφους που προσβάλλουν ένα ή και περισσότερα είδη, όταν φυτεύονται είδη φυτών με ανοσία ή αντοχή στους συγκεκριμένους οργανισμούς. Οι φυτοπαθογόνοι οργανισμοί στην απουσία κατάλληλου ξενιστή δεν μπορούν να αναπαραχθούν και να τραφούν, με συνέπεια να πεθαίνουν από ασιτία. Επίσης, συμβάλλει και στην καταπολέμηση κάποιων ειδών εντόμων εδάφους που προσβάλλουν μόνο μια καλλιέργεια και που δεν μπορούν να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Η συνεχής καλλιέργεια ενός είδους φυτού στον ίδιο αγρό έχει σαν αποτέλεσμα την επικράτηση ειδών ζιζανίων που έχουν παρόμοιο βιολογικό κύκλο (π.χ. ο ζωχός ή ο μαρτιάκος επικρατούν στο μαρούλι). Με την εναλλαγή των καλλιεργειών αυτό αποφεύγεται και ο αγρός μένει χωρίς πολλά ζιζάνια. Τα ζιζάνια που ξεφεύγουν από αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να απομακρύνονται έγκαιρα από τον αγρό, πριν την παραγωγή σπόρων, ώστε να περιοριστεί περισσότερο η διασπορά τους (Γιαννοπολίτης, 2013).

Αγρανάπαυση

Στην αγρανάπαυση ο αγρός παραμένει χωρίς καλλιέργεια για μεγάλο χρονικό διάστημα. Η μέθοδος αυτή έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση των πληθυσμών των παθογόνων του εδάφους, καθώς στην απουσία φυτού – ξενιστή δεν μπορούν να πολλαπλασιαστούν και να τραφούν, ώσπου πεθαίνουν. Εάν συνδυαστεί με όργωμα του εδάφους τους καλοκαιρινούς μήνες, στις υψηλές θερμοκρασίες όπου θα εκτεθούν τα παθογόνα και στην απουσία εδαφικής υγρασίας, αυτός ο συνδυασμός επιφέρει σημαντική μείωση στον πληθυσμό τους (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.4.2 Αλλαγή του χρόνου σποράς ή φύτευσης

Σε κάποιες περιπτώσεις, μέσω της αλλαγής του χρόνου σποράς ή φύτευσης, μπορεί να αποφευχθούν οι προσβολές σε μία καλλιέργεια από διάφορους εχθρούς και ασθένειες. Μία καλλιέργεια π.χ. η οποία κανονικά θα φυτευόταν Μάρτιο – Απρίλιο και η εποχή συγκομιδής θα ήταν Ιούλιο – Αύγουστο, και λόγω της αλλαγής του χρόνου φύτευσης θα φυτευτεί Δεκέμβριο – Ιανουάριο και η εποχή συγκομιδής θα είναι Απρίλιο – Μάιο, αποφεύγει τις προσβολές από εχθρούς και ασθένειες της παλιάς περιόδου φύτευσης. Ωστόσο, όμως η ίδια καλλιέργεια μπορεί να κινδυνέψει από μυκητολογικές και βακτηριολογικές προσβολές, λόγω της αυξημένης υγρασίας του εδάφους κατά την νέα εποχή της φύτευσης (Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015).

Παράγοντες, οι οποίοι επιδρούν άμεσα στην έναρξη και στην ανάπτυξη των προσβολών από εχθρούς και ασθένειες, είναι ο χρόνος (πρώιμα ή όψιμα) και το βάθος σποράς (Ζωάκη-Μαλισιόβα, 2015).

2.4.3 Φύτευση φυτών – παγίδων

Αυτή η μέθοδος είναι εφικτή σε επιφάνειες περιορισμένης έκτασης, όπως τα θερμοκήπια, δίνοντας πολύ καλά αποτελέσματα στην αντιμετώπιση των νηματωδών. Πριν γίνει η φύτευση αυτών των φυτών πρέπει πρώτα να γίνει ο προσδιορισμός των ειδών των νηματωδών που δημιουργούν προβλήματα στην καλλιέργεια, ώστε να γίνει η κατάλληλη επιλογή των φυτών που έχουν υψηλή προσελκυστικότητα προς συγκεκριμένο είδος νηματώδη. Μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα τα φυτά – παγίδες απομακρύνονται από την καλλιέργεια και καταστρέφονται με καύση, ώστε να μην προλάβουν οι νηματώδεις να αναπαραχθούν σε αυτά. Πιθανόν, η επανάληψη αυτής της διαδικασίας για 2-3 φορές ακόμα να οδηγήσει στην πλήρη απαλλαγή του θερμοκηπίου από τους φυτοπαθογόνους νηματώδεις. Μια φθηνή ποικιλία τομάτας είναι ένα καλό φυτό – παγίδα (Τσαπικούνης, 1996).

Επίσης, υπάρχουν και ορισμένα φυτά, όπως το σπαράγγι και ο κατηφές που ελευθερώνουν στο έδαφος διάφορες απωθητικές ουσίες για τους περισσότερους νηματώδεις (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.4.4 Διατήρηση ωφέλιμων πληθυσμών στον αγρό

Η διατήρηση των ωφέλιμων πληθυσμών στον αγρό είναι μία πρακτική της βιολογικής καταπολέμησης των εχθρών (έντομα, νηματώδεις) και των ασθενειών (μύκητες, ιοί, βακτήρια) των καλλιεργειών. Στοχεύει στην διατήρηση και ανάδειξη των φυσικών ωφέλιμων πληθυσμών και στην διευκόλυνση της δράσης τους. Αυτή η μορφή καταπολέμησης βασίζεται τόσο στην ενίσχυση των πληθυσμών των φυσικών εχθρών, όσο και αποφυγή δράσεων με αρνητικές επιπτώσεις. Για την ενίσχυσή των πληθυσμών των φυσικών εχθρών λαμβάνονται μέτρα, όπως η φύτευση φυτικών ειδών τα οποία προσφέρουν καταφύγιο για διαχείμαση και ωτοκόκια, αλλά και εναλλακτικές πηγές τροφής (π.χ. νέκταρ και γύρη). Η χρήση φυτοπροστατευτικών ουσιών, η οποία έχει αρνητική επίπτωση σε αυτούς, είναι μια δράση που αποφεύγεται (Πέκας και Κωβαίος, 2018).

2.4.5 Απομάκρυνση και καταστροφή των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας

Στα φυτικά υπολείμματα της καλλιέργειας επιβιώνουν πολλά είδη μυκήτων, εντόμων και νηματωδών. Μετά το πέρας της συγκομιδής καλό είναι να απομακρύνονται από το έδαφος και να γίνεται βαθύ παράχωμα των φύλλων, των στελεχών και των καρπών, ώστε να επιταχυνθεί η αποσύνθεση των προσβεβλημένων φυτικών οργάνων και η καταστροφή των εχθρών και των ασθενειών, λόγω έλλειψης τροφής και αχρήστευσης της μολυσματικής τους ικανότητας (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.4.6 Απομάκρυνση και καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών

Εφόσον εντοπιστούν προσβεβλημένα φυτά ή οι φυτικοί ιστοί στην καλλιέργεια θα πρέπει να απομακρυνθούν και να καταστραφούν, καθώς αυτή η πρακτική μειώνει τις εστίες μόλυνσης και αποτρέπει την μετάδοση των εχθρών και των ασθενειών σε υγιείς φυτά και φυτικούς ιστούς. Αυτή η πρακτική έχει ιδιαίτερη σημασία για εχθρούς και ασθένειες όπου δεν υπάρχουν θεραπευτικά μέτρα ή περιορισμένα μέτρα αντιμετώπισης (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.4.7 Απολύμανση των εργαλείων και των μηχανημάτων

Η απολύμανση των γεωργικών εργαλείων και των μηχανημάτων και ο τακτικός καθαρισμός τους (π.χ. κλαδευτήρια, μαχαίρια, φρέζες κ.ά.) μειώνουν τον κίνδυνο εξάπλωσης των φυτοπαθογόνων τόσο εντός της καλλιέργειας όσο και μεταξύ καλλιεργειών. Κατά διαστήματα θα πρέπει να εφαρμόζεται απολύμανση στις γεωργικές εγκαταστάσεις (π.χ. αποθήκες, κατασκευές θερμοκηπίων κ.ά.), καθώς και σε άλλου είδους υλικά που έρχονται σε επαφή με τα φυτά ή τα προϊόντα (π.χ. δοχεία, γλάστρες, κιβώτια κ.ά.) (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.4.8 Ορθή χρήση του νερού και λιπασμάτων

Άρδευση

Όταν υπάρχει υψηλή υγρασία στο έδαφος και στην ατμόσφαιρα ευνοούνται οι συνθήκες ανάπτυξης μυκητολογικών ασθενειών (π.χ. τήξεις σπορείων, σήψεις ριζών κ.ά.). Οι υπερβολικές αρδεύσεις και ιδιαίτερα όταν γίνονται με καταιονισμό συμβάλλουν σε αυτό. Η εφαρμογή της στάγδην άρδευσης, εκεί όπου είναι εφικτό, μειώνει τον κίνδυνο προσβολής από ασθένειες (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Λίπανση

Είναι πλέον σαφές ότι υπάρχει στενή σχέση ανάμεσα στην λίπανση – θρέψη των φυτών και την ανάπτυξη των εχθρών και των ασθενειών σε αυτά. Όταν δεν υπάρχει ισορροπημένη λίπανση – θρέψη των φυτών αυτό τα καθιστά ευάλωτα στην ανάπτυξη των εχθρών και των ασθενειών. Στα φυτά του σπορείου η υπερβολική αζωτούχος λίπανση ευνοεί την ανάπτυξη μυκήτων κάνοντας τα φυτά υδαρή και ευαίσθητα στις τήξεις σπορείων. Προφυτρωτική λίπανση με άνυδρη αμμωνία (NH_3) και αμμωνιακά άλατα (NH_4) μειώνει τους πληθυσμούς των παθογόνων *Fusarium sp.*, *Rhizoctonia solani* και *Sclerotium rolfsii*, καθώς η αμμωνία είναι τοξική σε αυτά (Τσαπικούνης, 1996).

Έχει βρεθεί ότι το μαγγάνιο (Mn) είναι τοξικό για τον *Rhizoctonia solani* σε θρεπτικό διάλυμα με συγκέντρωση 60 ppm. Αδρομυκώσεις που οφείλονται σε είδη του γένους *Fusarium* αναπτύσσονται πιο γρήγορα σε pH 5-5,3 από ότι σε pH 6,7-6,8. Εφαρμογές καλίου (K) είτε πριν είτε μετά τη φύτευση ήταν αποτελεσματικές στη μείωση της εμφάνισης της αδρομύκωσης από *Fusarium*. Ο παθογόνος μύκητας *Verticillium dahliae* αναπτύσσεται καλύτερα σε pH 6-7. Το μαγγάνιο (Mn) σε συγκέντρωση 120 ppm αναστέλλει την αύξηση του μυκηλίου και την παραγωγή μικροσκληρωτίων, ενώ το αργίλιο (Al) σε συγκέντρωση 8 ppm περιορίζει την ανάπτυξη και σχεδόν εμποδίζει εντελώς το σχηματισμό των μικροσκληρωτίων (Τσαπικούνης, 1996).

Επίσης, οι συνδυασμένες λιπάνσεις με άζωτο (N) και φώσφορο (P) απουσία καλίου (K) έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της έντασης μιας ασθένειας. Τα φυτά που έχουν επάρκεια καλίου (K^+) εμφανίζουν υψηλή ενεργειακή κατάσταση που είναι σχετική με πολλές διεργασίες μεταβολισμού, όπως είναι και με την ανθεκτικότητα των φυτών απέναντι στους μύκητες, στα έντομα, στην ξηρασία και το ψύχος (Τσαπικούνης, 1996).

2.4.9 Χρήση ανθεκτικών και εμβολιασμένων φυτών

Η αντιμετώπιση των παθογόνων των φυτών στηρίζεται μέχρι σήμερα κατά κύριο λόγο στη χρήση χημικών προϊόντων, επιβαρύνοντας τα με τοξικά προϊόντα. Αυτό οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνικών και μεθόδων λιγότερο ή καθόλου επικίνδυνων για το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Ο εμβολιασμός των φυτών και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών μπορεί να υποκαταστήσει τα χημικά προϊόντα, όπου ανθεκτικά υποκείμενα και ποικιλίες χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση των παθογόνων του εδάφους (Τσαπικούνης, 1996).

Χρήση ανθεκτικών φυτών

Η γενετική αντίσταση των φυτών είναι ο πιο εύκολος, ασφαλής, αποτελεσματικός και λιγότερο δαπανηρός τρόπος, για τον έλεγχο των εχθρών και των ασθενειών στις καλλιέργειες. Η χρήση των ανθεκτικών ποικιλιών μειώνει τις απώλειες στην παραγωγή αλλά μετριάξει και την χρήση των φυτοπροστατευτικών, προστατεύοντας ταυτόχρονα το περιβάλλον. Ιδιαίτερα για κάποιες ασθένειες που δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με άλλους τρόπους, όπως είναι οι ιώσεις, η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών είναι ίσως η καλύτερη λύση. Συνήθως, οι ποικιλίες είναι ανθεκτικές μόνο σε μια ή μερικές (δύο ή τρεις) φυλές του φυτοπαθογόνου. Τα αερομεταφερόμενα φυτοπαθογόνα και νέες φυλές αυτών εύκολα μπορούν να μεταφερθούν και να εγκατασταθούν στην ήδη εγκατεστημένη καλλιέργεια. Σε αυτή την περίπτωση οι παλιές ποικιλίες πρέπει να αντικαθίστανται με καινούργιες που θα είναι ανθεκτικές στις νέες φυλές των φυτοπαθογόνων (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Στα φυτοπαθογόνα του εδάφους η εναλλαγή των ποικιλιών γίνεται με ποικιλίες με διαφορετικούς μηχανισμούς ανθεκτικότητας, έτσι ώστε κάθε ποικιλία να μπορεί να χρησιμοποιείται περισσότερο. Επίσης, η εντατική καλλιέργεια με την ίδια ποικιλία φυτού μπορεί να δημιουργήσει νέες φυλές του φυτοπαθογόνου, όπου μπορεί να ξεπεράσουν την ανθεκτικότητα της ποικιλίας (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Χρήση εμβολιασμένων φυτών

Ένα σημαντικό εργαλείο για τον σύγχρονο παραγωγών είναι και ο εμβολιασμός των φυτών. Η εντατική καλλιέργεια κηπευτικών και καλλωπιστικών φυτών σε θερμοκήπια αλλά και υπαίθρια σε συνδυασμό με την περιορισμένη δυνατότητα αγρανάπαυσης και αμειψισποράς έχουν οδηγήσει στην αύξηση των παθογόνων του εδάφους με αποτέλεσμα την ποιοτική και ποσοτική μείωση της παραγωγής. Μία από τις λύσεις αυτών των προβλημάτων είναι και η χρήση υβριδίων με ανθεκτικό ριζικό σύστημα σε παθογόνα και επιβλαβείς οργανισμούς καθώς και η χρήση εμβολιασμένων σποροφύτων (Ανώνυμος, 2019).

Η χρήση εμβολιασμένων σποροφύτων βασίζεται στην αξιοποίηση δυο διαφορετικών φυτών (Ανώνυμος, 2019):

- του εμβολίου, που αποτελεί το υπέργειο τμήμα του εμβολιασμένου φυτού και το οποίο ουσιαστικά είναι η ποικιλία που επιθυμούμε να εκμεταλλευτούμε παραγωγικά και
- του υποκειμένου, το οποίο αποτελεί τη ρίζα του εμβολιασμένου φυτού.

Τη δεκαετία του 1920 ξεκίνησε η χρήση εμβολιασμένων σποροφύτων σε χώρες της Ανατολικής Ασίας (Ιαπωνία, Κορέα) αρχικά σε καρπούζι και στη συνέχεια επεκτάθηκε σε αρκετές περιοχές του κόσμου σε καλλιέργειες κολοκυνθοειδών αλλά και σολανωδών. Στη χώρα μας, εμβολιασμένα φυτά σε εμπορική κλίμακα ξεκίνησαν να καλλιεργούνται στα μέσα της δεκαετίας του 1980, αρχικά με φυτά καρπουζιού (Ανώνυμος, 2019).

Σήμερα στην Ελλάδα γίνεται εμβολιασμός περισσότερο στα κολοκυνθοειδή, όπως (Ανώνυμος, 2019):

- στο καρπούζι (το 100% των φυτών για επαγγελματική εκμετάλλευση είναι εμβολιασμένα)
- στο αγγούρι (σημαντικό ποσοστό, κυρίως των μακρόκαρπων ποικιλιών, καλλιεργούνται εμβολιασμένα και μάλιστα με αυξητικές τάσεις)
- στο πεπόνι (στο οποίο επίσης τα στρέμματα των εμβολιασμένων φυτών αυξάνονται σταθερά κάθε χρόνο)

Εμβολιασμός σε εμπορική κλίμακα γίνεται και στα σολανώδη, όπως (Ανώνυμος, 2019):

- στην τομάτα (που αποτελεί και το σημαντικότερο εκπρόσωπο σε ποσοστό καλλιέργειας αυτής της οικογένειας, υπάρχουν αυξητικές τάσεις τα τελευταία χρόνια)
- στη μελιτζάνα (στη χώρα μας γίνεται χρήση εμβολιασμένων φυτών σε εμπορική κλίμακα αλλά σε πολύ μικρό ποσοστό)
- στην πιπεριά (η εμπορική χρήση εμβολιασμένων φυτών είναι σχεδόν μηδενική)

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση της χρήσης των εμβολιασμένων φυτών, ειδικά μετά την κατάργηση ορισμένων απολυμαντικών του εδάφους (π.χ. βρωμιούχο μεθύλιο). Αυτό οφείλεται σε μια σειρά πλεονεκτημάτων που έχουν τα εμβολιασμένα σε σχέση με τα αυτόριζα φυτά, όπως (Ανώνυμος, 2019):

- ανθεκτικότητα σε σοβαρές εδαφογενείς ασθένειες και εχθρούς (π.χ. η αδροφουζαρίωση στο αγγούρι - *Fusarium oxysporum f.sp. radicum cucumerinum*, η φελλώδη σηψιρριζία στην τομάτα - *Pyrenochaeta lycopersici* κ.ά.)
- ανθεκτικότητα σε παράγοντες αβιοτικού «στρες» (π.χ. καλύτερη ανοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες, αυξημένη αλατότητα του εδάφους κ.ά.)

- μεγαλύτερη ομοιομορφία και συνέχεια στην παραγωγή (π.χ. στις μεγάλης διάρκειας κηπευτικές καλλιέργειες που μπορούν να φτάσουν και τους 10 μήνες στην τομάτα)

Όμως τα εμβολιασμένα φυτά έχουν και κάποια μειονεκτήματα, που παρατηρούνται όταν η επιλογή του υποκειμένου δεν είναι η κατάλληλη, είτε από λάθος επιλογή είτε γιατί δεν υπάρχει το κατάλληλο υποκείμενο. Τα προβλήματα που μπορεί να εμφανιστούν είναι (Ανώνυμος, 2019):

- οψίμιση της παραγωγής καθώς και μειωμένη παραγωγή στα πρώτα στάδια της καλλιέργειας σε σχέση με τα αυτόριζα φυτά. Το γεγονός αυτό οφείλεται στη μεγαλύτερη ευρωστία που έχουν τα εμβολιασμένα φυτά, με αποτέλεσμα να καθυστερούν να μπουκ στο στάδιο της παραγωγής (π.χ. στην τομάτα η οψίμιση της συγκομιδής κυμαίνεται στις 10-15 ημέρες ανάλογα με την περίοδο φύτευσης και παρατηρείται καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιέργειας).
- μείωση της ποιότητας και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών των παραγόμενων καρπών σε κάποιες περιπτώσεις (π.χ. στην τομάτα, λόγω της μεγαλύτερης δυνατότητας απορρόφησης κάποιων θρεπτικών στοιχείων από το ριζικό σύστημα, όπως για παράδειγμα του Αζώτου (N), οι καρποί έχουν λιγότερο γλυκιά γεύση, πιο θαμπό χρώμα και να εμφανίζουν «κούφωμα», ιδιαίτερα στις πρώτες ταξιανθίες.
- το υψηλότερο κόστος τους (π.χ. στην τομάτα αυτό το γεγονός τείνει να καλυφθεί με τη χρήση μικρότερης πυκνότητας φύτευσης φυτών με δυο στελέχη).

Οι έρευνες που έχουν διεξάγει οι μεγάλοι σποροπαραγωγικοί οίκοι έχουν δώσει καλά αποτελέσματα, ώστε να υπάρχουν σήμερα στην αγορά κάποια υποκείμενα που προσδίδουν στο φυτό όλα τα πλεονεκτήματα του εμβολιασμού μετριάζοντας στο ελάχιστο τα μειονεκτήματα (Ανώνυμος, 2019).

2.4.10 Αποφυγή αναπαραγωγής και διασποράς των ζιζανίων

Η αποφυγή αναπαραγωγής και διασποράς των ζιζανίων μπορεί να γίνει με τους εξής παρακάτω τρόπους:

Μείωση των αποθεμάτων των σπόρων στο έδαφος

Στόχος είναι να μην αυξάνονται χρόνο με το χρόνο οι σπόροι των ζιζανίων στο επιφανειακό (5-10 cm) στρώμα του εδάφους και εφόσον μετά δεν γίνονται βαθύτερες αρόσεις (που θα φέρουν επάνω νέους σπόρους), στο χωράφι σταδιακά θα εμφανίζονται κάθε χρόνο λιγότερα ζιζάνια. Αυτό γίνεται με το να απομακρυνθούν έγκαιρα τα ζιζάνια με το σκάλισμα, το βοτάνισμα, την χρήση καλλιεργητή ή ζιζανιοκτόνου, πριν φτάσουν στο στάδιο παραγωγής των σπόρων (Γιαννοπολίτης, 2019).

Η τεχνική της ψευδοσποράς

Το χωράφι προετοιμάζεται για τη νέα καλλιέργεια (οργώνεται και ποτίζεται) αρκετά νωρίτερα από την ημερομηνία φύτευσης της καλλιέργειας, ώστε να δοθεί χρόνος στα ζιζάνια που είναι στο κατάλληλο βάθος φυτρώματος να βλαστήσουν. Όταν ολοκληρωθεί η βλάστησή τους τα μικρά ζιζάνια καταστρέφονται, είτε με ένα επιφανειακό πέρασμα καλλιεργητή, είτε με ένα ζιζανιοκτόνο σε μικρή δόση. Χωρίς να γίνει καμία άλλη άροση (για να μην έρθουν επάνω νέοι σπόροι από βαθύτερα στρώματα) ακολουθεί η φύτευση της καλλιέργειας η οποία δεν θα αντιμετωπίσει σοβαρό πρόβλημα ζιζανίων, αφού όσα μπορούσαν να βλαστήσουν έχουν ήδη καταστραφεί (Γιαννοπολίτης, 2019).

2.4.11 Έγκαιρη εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών

Τα φυτά της καλλιέργειας όταν βρίσκονται σε κατάσταση καταπόνησης (στρες), όπως σε έλλειψη θρεπτικών στοιχείων και σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, εξασθενούν και είναι πιο ευάλωτα στην μόλυνση από παράσιτα ή άλλους οργανισμούς. Για παράδειγμα, όταν υπάρχουν ζημιές από ζιζανιοκτόνα, συνήθως ακολουθούν σηψιρριζίες από ριζοκτόνια και φουζάριο, ενώ σε αυξημένη υγρασία του εδάφους ακολουθούν προσβολές του ριζικού συστήματος, όπως πύθιο κ.ά. (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Η έγκαιρη εκτέλεση των καλλιεργητικών εργασιών βοηθά και βελτιώνει την ευρωστία των φυτών αυξάνοντας την ανθεκτικότητά τους απέναντι στα φυτοπαθογόνα. Η ισορροπημένη άρδευση και λίπανση, οι κατάλληλες συνθήκες υγρασίας, φωτισμού και θερμοκρασίας, η καλή αποστράγγιση του εδάφους, ο έλεγχος των ζιζανίων και η κατάλληλη πυκνότητα φύτευσης των φυτών βελτιώνουν την ανάπτυξή τους και έχουν έμμεσο ή άμεσο αποτέλεσμα στον έλεγχο των φυτοπαράσιτων. Επίσης, η ευρωστία των φυτών ενισχύεται και από διάφορες καλλιεργητικές πρακτικές, όπως είναι η αφαίρεση των πρώτων καρπών, το παράχωμα των φυτών, η έγκαιρη συγκομιδή κ.ά. (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.5 Μηχανικά και άλλα μέτρα

2.5.1 Συλλογή ή παγίδευση επιβλαβών εντόμων

Όπως είναι γνωστό πολλές ιώσεις μεταφέρονται στα φυτά των καλλιεργειών με τα έντομα. Η χρήση κολλητικών παγίδων κατά μήκος των φυτών στα θερμοκήπια (1 παγίδα ανά 5-7 m²) έχει σαν αποτέλεσμα την εξόντωση πολλών εντόμων. Επίσης, χρησιμοποιούνται και οι τροφικές παγίδες, οι οποίες περιέχουν προσελκυστικές ουσίες (π.χ. θειική αμμωνία, χαρουπόμελο κ.ά.). Η τοποθέτηση φερομόνης στις κολλητικές και στις τροφικές παγίδες προσελκύει τα αρσενικά άτομα μειώνοντας την αναπαραγωγική ικανότητα του πληθυσμού. Στόχος αυτής της πρακτικής, εκτός από την μαζική παγίδευση των εντόμων, είναι και ο έγκαιρος εντοπισμός τους, καθώς προσδιορίζεται η αναγκαιότητα ή όχι και ο χρόνος εφαρμογής των τυχόν μέτρων καταπολέμησης. Ένα αρνητικά στοιχείο αυτής της πρακτικής είναι το ότι μαζί με τα επιζήμια έντομα παγιδεύονται και οργανισμοί μη στόχοι που μπορεί να περιλαμβάνουν και ωφέλιμα έντομα (ΥΓΦΠΠ, 2013).

2.5.2 Κάλυψη του εδάφους

Η εδαφοκάλυψη σε λαχανοκομικές και ανθοκομικές καλλιέργειες με πλαστικά φύλλα πολυαιθυλενίου περιορίζει τις ζημιές από τις ασθένειες (π.χ. ο βοτρύτης στη φράουλα), από τα ζιζάνια αλλά και από τα έντομα του εδάφους (ΥΓΦΠΠ, 2013).

Η κάλυψη του εδάφους με διάφορα υλικά (π.χ. άχυρο, σανός, κοπριά, πριονίδια, πλαστικό κ.ά.) δημιουργεί συνθήκες σκότους εμποδίζοντας τα ζιζάνια να φυτρώσουν ή εμποδίζει μηχανικά την αύξησή τους (Λόλας, 2007).

Κεφάλαιο 3: Καλλιέργειες σε θερμοκήπια

Στην Ελλάδα η πρώτη κατασκευή θερμοκηπίου με κάλυψη από πλαστικό για εμπορική καλλιέργεια λαχανικών έγινε το 1955-56 σε μία έκταση περίπου δυο στρεμμάτων. Τα επόμενα χρόνια οι εκτάσεις των θερμοκηπίων με κάλυψη από πλαστικό αλλά και από γυαλί αυξήθηκαν σταδιακά. Οι εκτάσεις των θερμοκηπίων στην Ελλάδα είναι άμεσα συνυφασμένες με το κλίμα κάθε περιοχής. Στις περιοχές που υπάρχουν ευνοϊκές συνθήκες ανάπτυξης των φυτών συναντώνται και οι περισσότερες θερμοκηπιακές εγκαταστάσεις (Ολύμπιος, 2001).

Οι θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα είναι από τις πλέον δυναμικές στον τομέα της γεωργικής πρωτογενούς παραγωγής, όμως η παραγωγή προϊόντων σε υπό κάλυψη θερμοκήπια δεν έχει την αναμενόμενη ανάπτυξη, καθώς είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα και με σημαντική χρήση χημικών φυτοπροστατευτικών και λιπασμάτων (Κίττας κ.ά., 2011).

Παρόλα αυτά η Ελλάδα διαθέτει όλα τα πλεονεκτήματα και τις προϋποθέσεις για μεγαλύτερη αύξηση των θερμοκηπιακών καλλιεργειών, όπως (Κίττας κ.ά., 2011):

- πολύ καλές κλιματικές συνθήκες
- εύκολη πρόσβαση στις αγορές της Ευρώπης λόγω της γεωγραφικής της θέσης
- σημαντικές ποσότητες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να υποκαταστήσουν πλήρως τα συμβατικά καύσιμα (βιομάζα, γεωθερμία) και
- σημαντική τεχνογνωσία από εξειδικευμένα εργαστήρια.

3.1 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ευρώπη

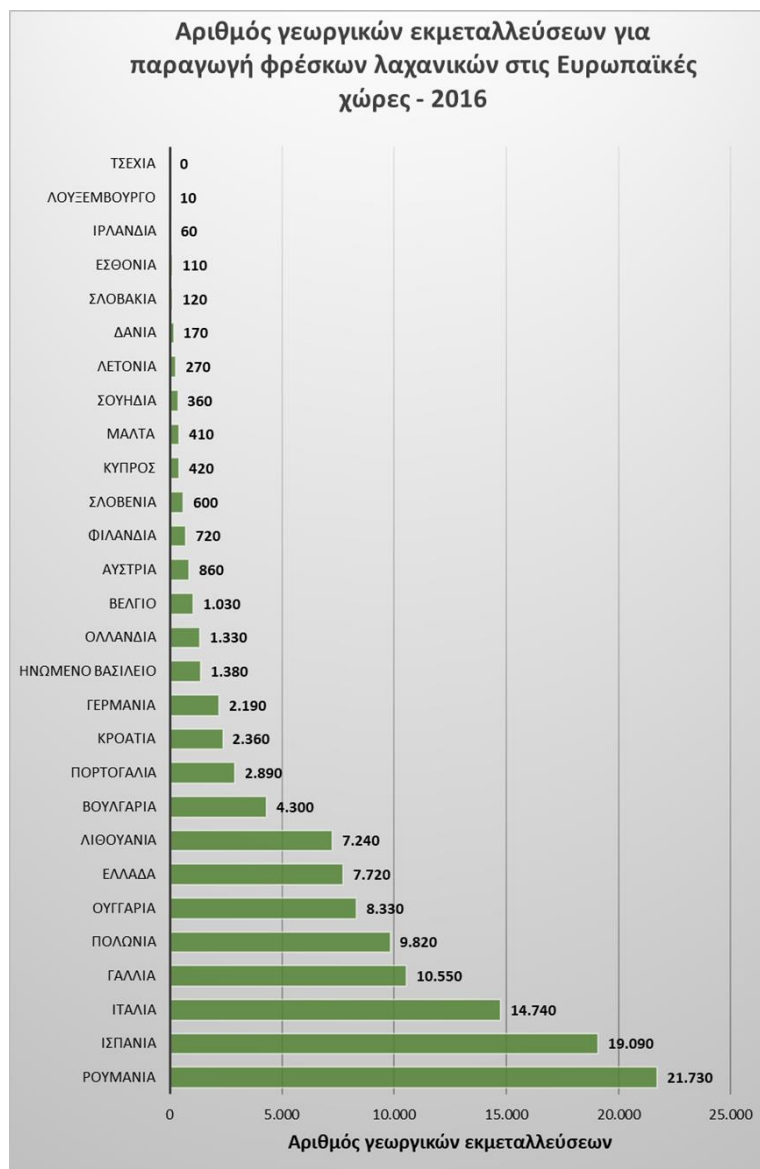
Φρέσκα λαχανικά

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στατιστική αρχή (Eurostat), η Ρουμανία κατείχε την 1^η θέση για το έτος 2016, ανάμεσα στις 28 Ευρωπαϊκές χώρες, σε αριθμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών (21.730 εκμ.). Στη 2^η θέση ήταν η Ισπανία (19.090 εκμ.) και στην 3^η θέση η Ιταλία (14.740 εκμ.), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί. Η Ελλάδα κατείχε την 7^η θέση, ανάμεσα σε αυτές τις χώρες, με 7.720 γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Πίνακας 0.1: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Έτος: 2016	Χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση	Φρέσκα λαχανικά και φράουλες θερμοκηπίου (συμπεριλαμβανομένων των πεπονιών)
Ρουμανία	3.342.190	21.730
Ισπανία	926.930	19.090
Ιταλία	1.143.960	14.740
Γαλλία	448.310	10.550
Πολωνία	1.405.170	9.820
Ουγγαρία	365.110	8.330
Ελλάδα	678.750	7.720
Λιθουανία	150.130	7.240
Βουλγαρία	184.710	4.300
Πορτογαλία	257.740	2.890
Κροατία	132.670	2.360
Γερμανία	272.350	2.190
Ηνωμένο Βασίλειο	182.810	1.380
Ολλανδία	54.370	1.330
Βέλγιο	36.210	1.030
Αυστρία	131.430	860
Φιλανδία	49.480	720
Σλοβενία	69.820	600
Κύπρος	34.710	420
Μάλτα	9.100	410
Σουηδία	62.230	360
Λετονία	69.640	270
Δανία	34.200	170
Σλοβακία	23.910	120
Εσθονία	16.080	110
Ιρλανδία	137.560	60
Λουξεμβούργο	1.950	10
Τσεχία	26.160	0

Γεωργική εκμετάλλευση: περιλαμβάνει κάθε εκμετάλλευση τουλάχιστον ενός (1) στρέμματος χρησιμοποιούμενης γης ή μισό (1/2) στρέμμα θερμοκηπίου



Διάγραμμα 0.1: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

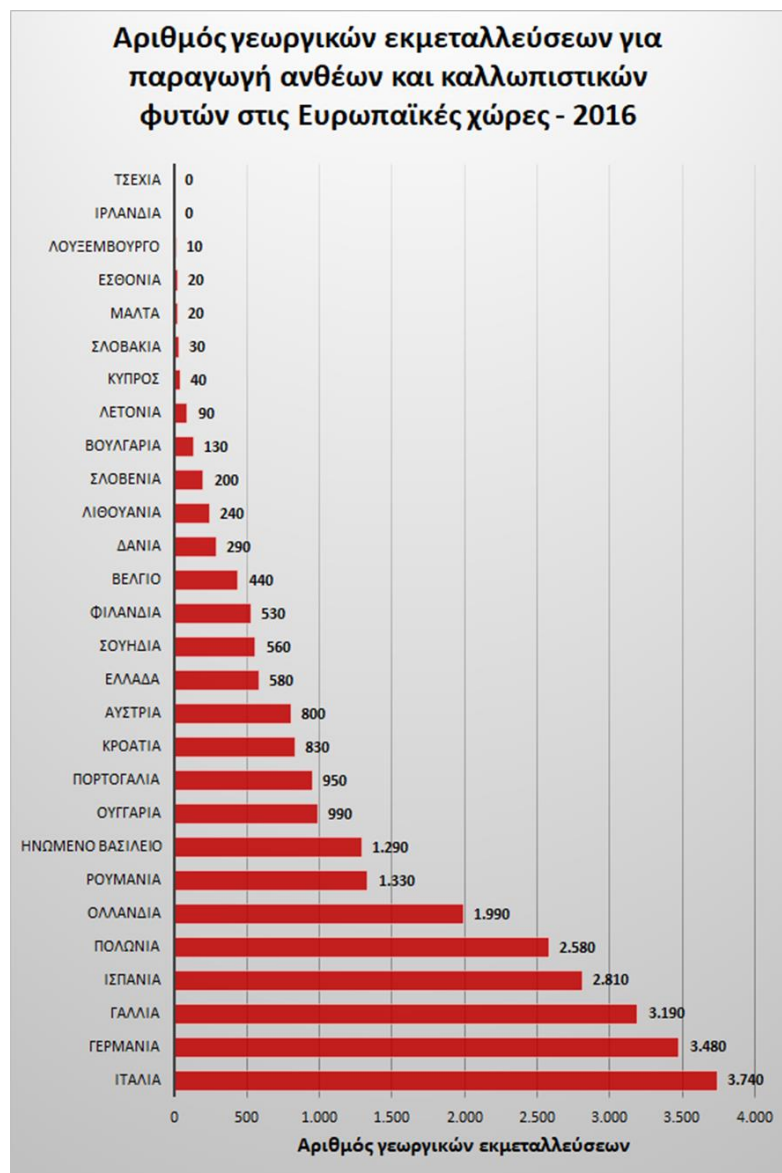
Άνη και καλλωπιστικά φυτά

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στατιστική αρχή (Eurostat), η Ιταλία κατείχε την 1^η θέση για το έτος 2016, ανάμεσα στις 28 Ευρωπαϊκές χώρες, σε αριθμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών (3.740 εκμ.). Στη 2^η θέση ήταν η Γερμανία (3.480 εκμ.) και στην 3^η θέση η Γαλλία (3.190 εκμ.), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.2 που ακολουθεί. Η Ελλάδα κατείχε την 13^η θέση, ανάμεσα σε αυτές τις χώρες, με 580 γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Πίνακας 0.2: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Έτος: 2016	Χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση	Άνη και καλλωπιστικά φυτά θερμοκηπίου (εξαιρουμένων των φυτωρίων)
Ιταλία	1.143.960	3.740
Γερμανία	272.350	3.480
Γαλλία	448.310	3.190
Ισπανία	926.930	2.810
Πολωνία	1.405.170	2.580
Ολλανδία	54.370	1.990
Ρουμανία	3.342.190	1.330
Ηνωμένο Βασίλειο	182.810	1.290
Ουγγαρία	365.110	990
Πορτογαλία	257.740	950
Κροατία	132.670	830
Αυστρία	131.430	800
Ελλάδα	678.750	580
Σουηδία	62.230	560
Φιλανδία	49.480	530
Βέλγιο	36.210	440
Δανία	34.200	290
Λιθουανία	150.130	240
Σλοβενία	69.820	200
Βουλγαρία	184.710	130
Λετονία	69.640	90
Κύπρος	34.710	40
Σλοβακία	23.910	30
Μάλτα	9.100	20
Εσθονία	16.080	20
Λουξεμβούργο	1.950	10
Ιρλανδία	137.560	0
Τσεχία	26.160	0

Γεωργική εκμετάλλευση: περιλαμβάνει κάθε εκμετάλλευση τουλάχιστον ενός (1) στρέμματος χρησιμοποιούμενης γης ή μισό (1/2) στρέμμα θερμοκηπίου



Διάγραμμα 0.2: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις Ευρωπαϊκές χώρες - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

3.2 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στις χώρες της Μεσογείου

Φρέσκα λαχανικά

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στατιστική αρχή (Eurostat), η Ισπανία κατείχε την 1^η θέση για το έτος 2016, ανάμεσα στις 8 Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες, σε αριθμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών (19.090 εκμ.). Στη 2^η θέση ήταν η Ιταλία (14.740 εκμ.) και στην 3^η θέση η Γαλλία (10.550 εκμ.), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.3 που ακολουθεί. Η Ελλάδα κατείχε την 4^η θέση, ανάμεσα σε αυτές τις χώρες, με 7.720 γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Πίνακας 0.3: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Έτος: 2016	Χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση	Φρέσκα λαχανικά και φράουλες θερμοκηπίου (συμπεριλαμβανομένων των πεπονιών)
Ισπανία	926.930	19.090
Ιταλία	1.143.960	14.740
Γαλλία	448.310	10.550
Ελλάδα	678.750	7.720
Κροατία	132.670	2.360
Σλοβενία	69.820	600
Κύπρος	34.710	420
Μάλτα	9.100	410

Γεωργική εκμετάλλευση: περιλαμβάνει κάθε εκμετάλλευση τουλάχιστον ενός (1) στρέμματος χρησιμοποιούμενης γης ή μισό (1/2) στρέμμα θερμοκηπίου



Διάγραμμα 0.3: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Άνη και καλλωπιστικά φυτά

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στατιστική αρχή (Eurostat), η Ιταλία κατείχε την 1^η θέση για το έτος 2016, ανάμεσα στις 8 Ευρωπαϊκές Μεσογειακές χώρες, σε αριθμό γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθών και καλλωπιστικών φυτών (3.740 εκμ.). Στη 2^η θέση ήταν η Γαλλία (3.190 εκμ.) και στην 3^η θέση η Ισπανία (2.810 εκμ.), όπως φαίνεται και στον

Πίνακα 3.4 που ακολουθεί. Η Ελλάδα κατείχε την 5^η θέση, ανάμεσα σε αυτές τις χώρες, με 580 γεωργικές εκμεταλλεύσεις.

Πίνακας 0.4: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Έτος: 2016	Χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση	Άνη και καλλωπιστικά φυτά θερμοκηπίου (εξαιρουμένων των φυτωρίων)
Ιταλία	1.143.960	3.740
Γαλλία	448.310	3.190
Ισπανία	926.930	2.810
Κροατία	132.670	830
Ελλάδα	678.750	580
Σλοβενία	69.820	200
Κύπρος	34.710	40
Μάλτα	9.100	20

Γεωργική εκμετάλλευση: περιλαμβάνει κάθε εκμετάλλευση τουλάχιστον ενός (1) στρέμματος χρησιμοποιούμενης γης ή μισό (1/2) στρέμμα θερμοκηπίου



Διάγραμμα 0.4: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στις χώρες της Μεσογείου - 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

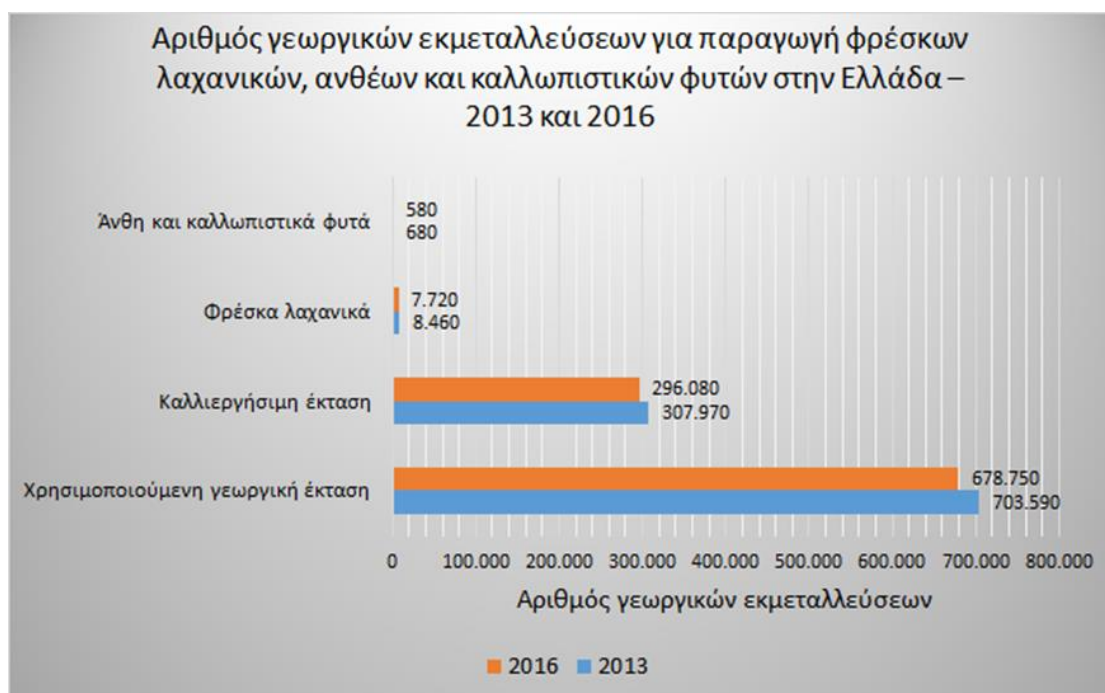
3.3 Θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή στατιστική αρχή (Eurostat), στην Ελλάδα το 2016 παρατηρείται μείωση 8,75% σε σχέση με το 2013, στον αριθμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων για την παραγωγή φρέσκων λαχανικών. Επίσης, μείωση 14,7% παρατηρείται το 2016 σε σχέση με το 2013, στον αριθμό των γεωργικών εκμεταλλεύσεων για την παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.5 που ακολουθεί.

Πίνακας 0.5: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών, ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στην Ελλάδα, 2013 και 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Έτος	Χρησιμοποιούμενη γεωργική έκταση	Καλλιεργήσιμη έκταση	Φρέσκα λαχανικά και φράουλες θερμοκηπίου (συμπεριλαμβανομένων των πεπονιών)	Άνθη και καλλωπιστικά φυτά θερμοκηπίου (εξαιρουμένων των φυτωρίων)
2013	703.590	307.970	8.460	680
2016	678.750	296.080	7.720	580

Γεωργική εκμετάλλευση: περιλαμβάνει κάθε εκμετάλλευση τουλάχιστον ενός (1) στρέμματος χρησιμοποιούμενης γης ή μισό (1/2) στρέμμα θερμοκηπίου



Διάγραμμα 0.5: Αριθμός γεωργικών εκμεταλλεύσεων για παραγωγή φρέσκων λαχανικών, ανθέων και καλλωπιστικών φυτών στην Ελλάδα, 2013 και 2016 (πηγή: Eurostat, 2020)

Φρέσκα λαχανικά

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Ελλάδα το 2018 παρατηρείται αύξηση 3,7% σε σχέση με το 2014, στο σύνολο των θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) για την παραγωγή φρέσκων λαχανικών, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.6 που ακολουθεί.

Πίνακας 0.6: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) που φυτεύτηκαν με λαχανικά, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Κηπευτική γη ⁽¹⁾		
Σύνολο εκτάσεων ανά έτος	Έκταση (στρ.) γης που φυτεύτηκε με λαχανικά	Εκ των οποίων εκτάσεις (στρ.) θερμοκηπίων για καλλιέργεια λαχανικών
2014	646.533	57.863
2015	593.143	59.736
2016	615.830	58.478
2017	611.876	60.973
2018	599.469	59.983

(1) Αναφέρεται στην καθαρή έκταση της κηπευτικής γης. Δεν περιλαμβάνονται οι διαδοχικές καλλιέργειες και συγκαλλιέργειες



Διάγραμμα 0.6: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) που φυτεύτηκαν με λαχανικά, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Άνη και καλλωπιστικά φυτά

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Ελλάδα το 2018 παρατηρείται μείωση 17,3% σε σχέση με το 2014, στο σύνολο των θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) για την παραγωγή ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.7 που ακολουθεί, αν και ωστόσο, το 2017 παρατηρήθηκε αύξηση 34,2% σε σχέση με το 2014.

Πίνακας 0.7: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) με καλλιέργεια ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Εμπορικοί ανθόκηποι		
Σύνολο εκτάσεων ανά έτος	Εκτάσεις καλλιέργειών ανθέων και καλλωπιστικών φυτών	Εκ των οποίων εκτάσεις θερμοκηπίων για άνθη και καλλωπιστικά φυτά
2014	5.171	2.025
2015	5.493	1.309
2016	5.534	1.672
2017	7.795	2.717
2018	6.017	1.675



Διάγραμμα 0.7: Σύνολο εκτάσεων (στρ.) γης και θερμοκηπιακών εκτάσεων (στρ.) με καλλιέργεια ανθέων και καλλωπιστικών φυτών, ανά έτος (2014-2018) (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Οι κυριότερες θερμοκηπιακές καλλιέργειες στην Ελλάδα, με βάση τα στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ για τα έτη 2014-2018 ήταν οι τομάτες, τα αγγούρια, οι μελιτζάνες και οι πιπεριές. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι καλλιεργήσιμες θερμοκηπιακές εκτάσεις (στρ.) και η παραγωγή (τόνους), ανά έτος (2014-2018), ανά είδος καλλιέργειας και ανά Περιφέρεια.

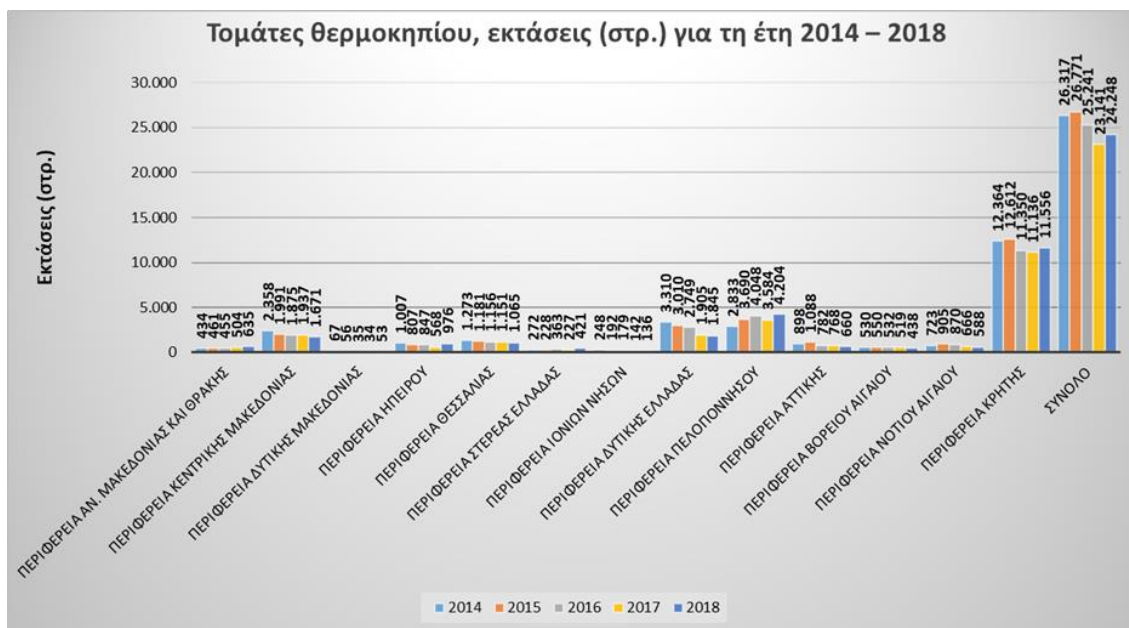
Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Περιφέρεια Κρήτης παρατηρείται ότι καλλιεργούνται οι περισσότερες θερμοκηπιακές εκτάσεις (στρ.) με τομάτες που συνεπάγεται και την μεγαλύτερη παραγωγή, σε σχέση με τις άλλες Περιφέρειες της Ελλάδας κατά τη διάρκεια όλων των ετών (2014-2018). 2^η είναι η Περιφέρεια Πελοποννήσου και 3^η κατά σειρά η Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.8 που ακολουθεί.

Επίσης, το 2018 παρατηρείται μείωση σε ποσοστό 7,9% σε σχέση με το 2014 στις καλλιεργούμενες εκτάσεις με τομάτες στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα και την μείωση της παραγωγής σε ποσοστό 3,5%.

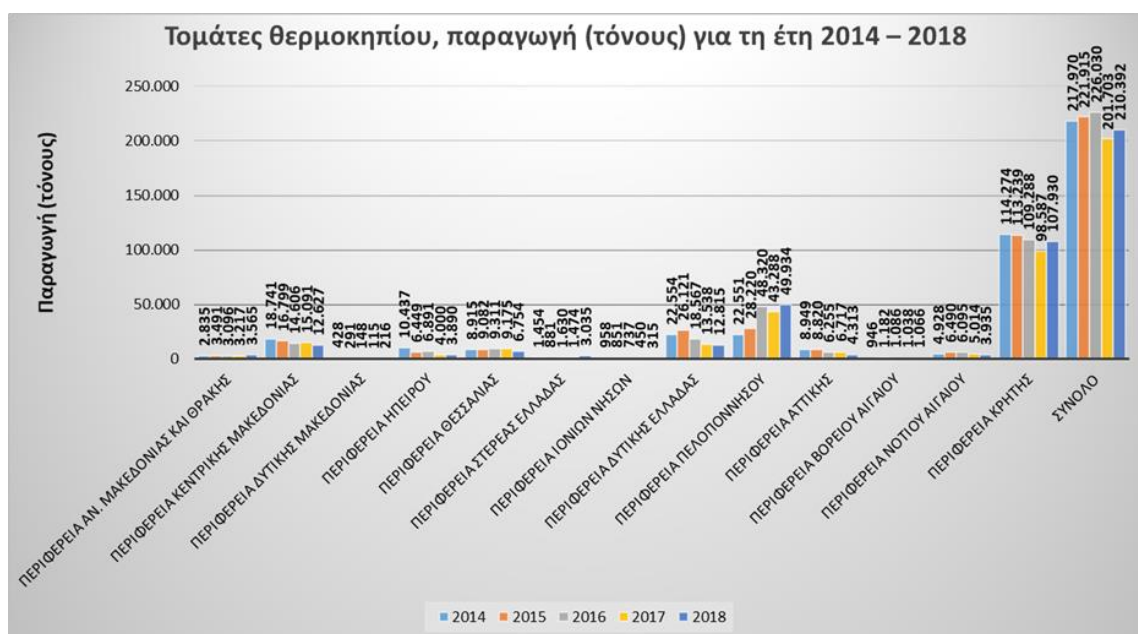
Πίνακας 0.8: Τομάτες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	434	2.835	461	3.491	455	3.096	504	3.217	635	3.565
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	2.358	18.741	1.991	16.799	1.875	14.606	1.937	15.091	1.671	12.627
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	67	428	56	291	35	148	34	115	53	216
Περιφέρεια Ηπείρου	1.007	10.437	807	6.449	847	6.891	568	4.000	976	3.890
Περιφέρεια Θεσσαλίας	1.273	8.915	1.181	9.082	1.156	9.311	1.151	9.175	1.065	6.754

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
Περιφέρειες	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Τομάτες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Τομάτες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	272	1.454	228	881	363	1.630	227	1.474	421	3.035
Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	248	958	192	851	179	737	142	450	136	315
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	3.310	22.554	3.010	26.121	2.749	18.567	1.905	13.538	1.845	12.815
Περιφέρεια Πελοποννήσου	2.833	22.551	3.690	28.220	4.048	48.320	3.584	43.288	4.204	49.934
Περιφέρεια Αττικής	898	8.949	1.088	8.820	782	6.255	768	6.717	660	4.313
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	530	946	550	1.182	532	1.086	519	1.038	438	1.066
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	723	4.928	905	6.490	870	6.095	666	5.014	588	3.935
Περιφέρεια Κρήτης	12.364	114.274	12.612	113.239	11.350	109.288	11.136	98.587	11.556	107.930
Σύνολο	26.317	217.970	26.771	221.915	25.241	226.030	23.141	201.703	24.248	210.392



Διάγραμμα 0.8: Τομάτες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)



Διάγραμμα 0.9: Τομάτες θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Περιφέρεια Κρήτης καλλιεργούνται οι περισσότερες θερμοκηπιακές εκτάσεις (στρ.) με αγγούρια που συνεπάγεται και την μεγαλύτερη παραγωγή, σε σχέση με τις άλλες Περιφέρειες της Ελλάδας κατά τη διάρκεια όλων των ετών (2014-2018). 2^η είναι η Περιφέρεια Πελοποννήσου και 3^η

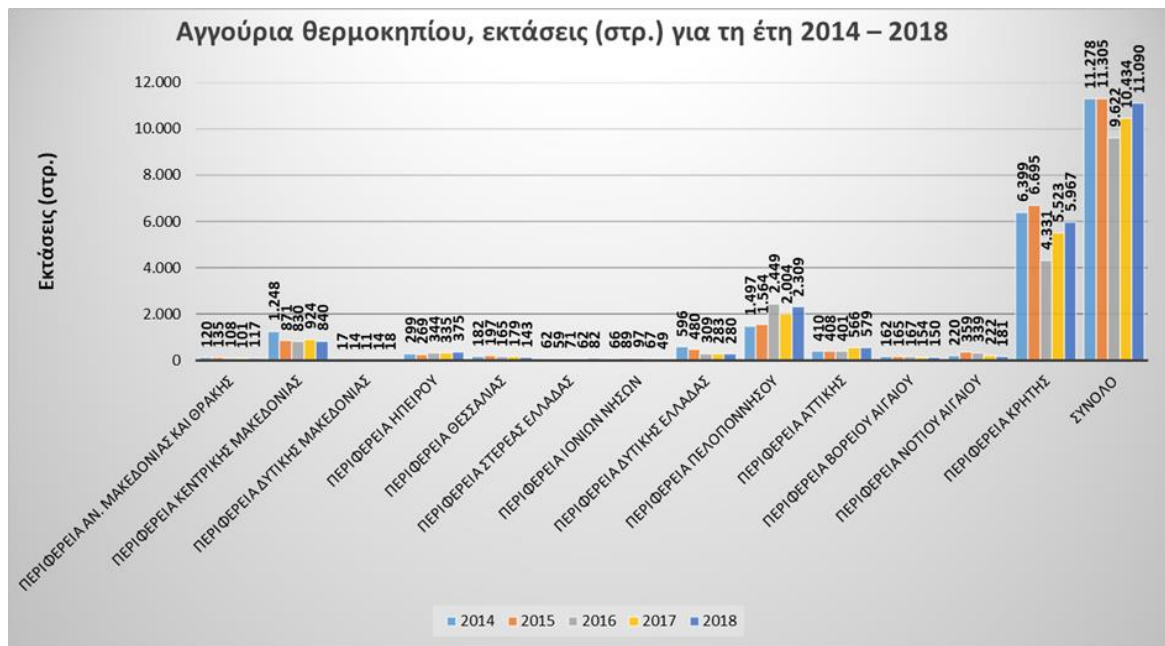
κατά σειρά η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.9 που ακολουθεί.

Επίσης, το 2018 αν και παρατηρείται μια μικρή μείωση σε ποσοστό 1,7% σε σχέση με το 2014 στις καλλιεργούμενες εκτάσεις με αγγούρια στην Ελλάδα, η παραγωγή εντούτοις αυξήθηκε σε ποσοστό 8,2%.

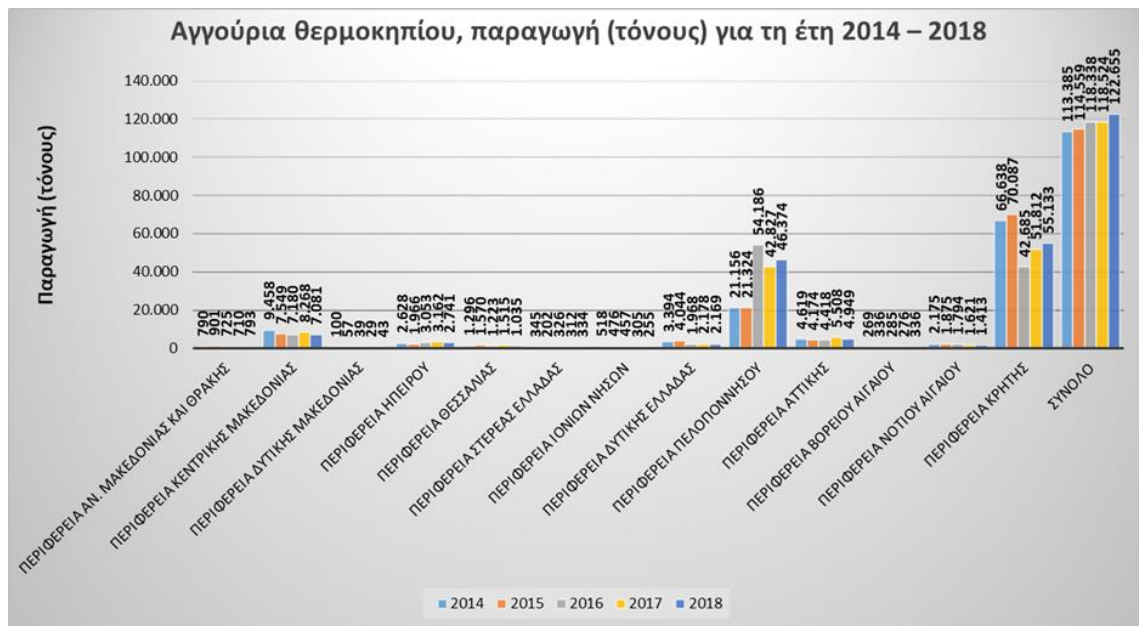
Πίνακας 0.9: Αγγούρια θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	120	790	135	901	108	725	101	710	117	793
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	1.248	9.458	871	7.549	830	7.180	924	8.268	840	7.081
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	17	100	14	57	11	39	14	29	18	43
Περιφέρεια Ηπείρου	299	2.628	269	1.966	344	3.053	335	3.162	375	2.741
Περιφέρεια Θεσσαλίας	182	1.296	197	1.570	165	1.223	179	1.515	143	1.035
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	62	345	59	202	71	326	62	312	82	334
Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	66	518	89	476	97	457	67	305	49	255
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	596	3.394	480	4.044	309	1.968	283	2.178	280	2.169
Περιφέρεια Πελοποννήσου	1.497	21.156	1.564	21.324	2.449	54.186	2.004	42.827	2.309	46.374
Περιφέρεια Αττικής	410	4.619	408	4.174	401	4.418	566	5.508	579	4.949
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	162	269	165	336	167	285	154	276	150	336
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	220	2.175	359	1.875	339	1.794	222	1.621	181	1.413

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
Περιφέρειες	Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)		Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)		Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)		Αγγούρια θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)		Αγγούρια θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	
Περιφέρεια Κρήτης	6.399	66.638	6.695	70.087	4.331	42.685	5.523	51.812	5.967	55.133
Σύνολο	11.278	113.385	11.305	114.559	9.622	118.338	10.434	118.524	11.090	122.655



Διάγραμμα 0.10: Αγγούρια θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)



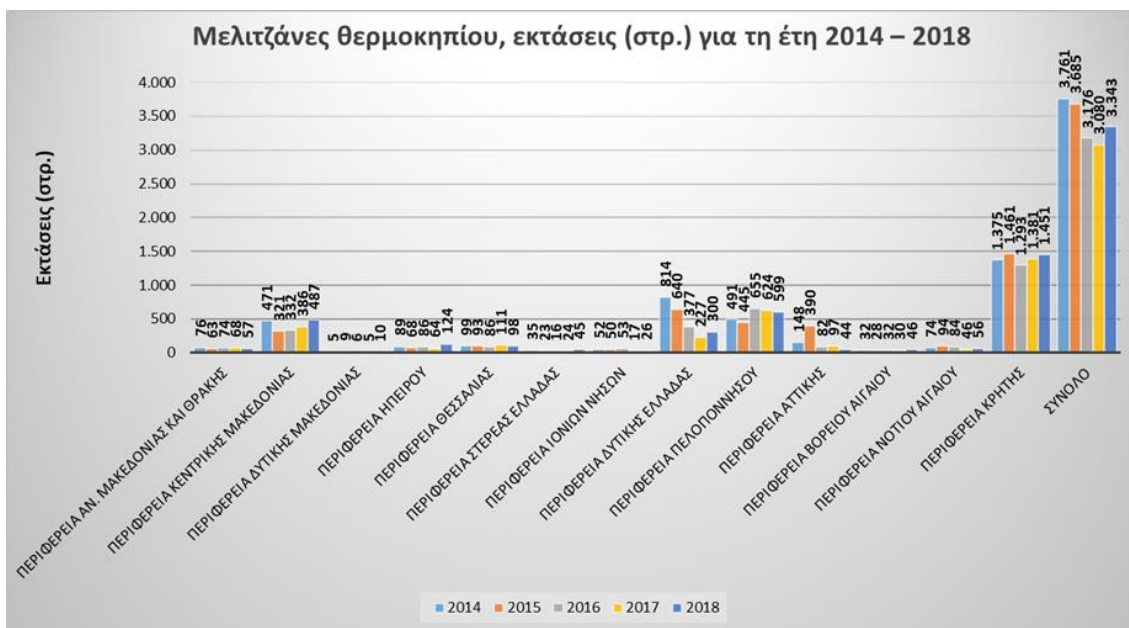
Διάγραμμα 0.11: Αγούρια θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Περιφέρεια Κρήτης καλλιεργούνται οι περισσότερες θερμοκηπιακές εκτάσεις (στρ.) με μελιτζάνες που συνεπάγεται και την μεγαλύτερη παραγωγή, σε σχέση με τις άλλες Περιφέρειες της Ελλάδας κατά τη διάρκεια όλων των ετών (2014-2018). 2^η είναι η Περιφέρεια Πελοποννήσου και 3^η κατά σειρά η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.10 που ακολουθεί.

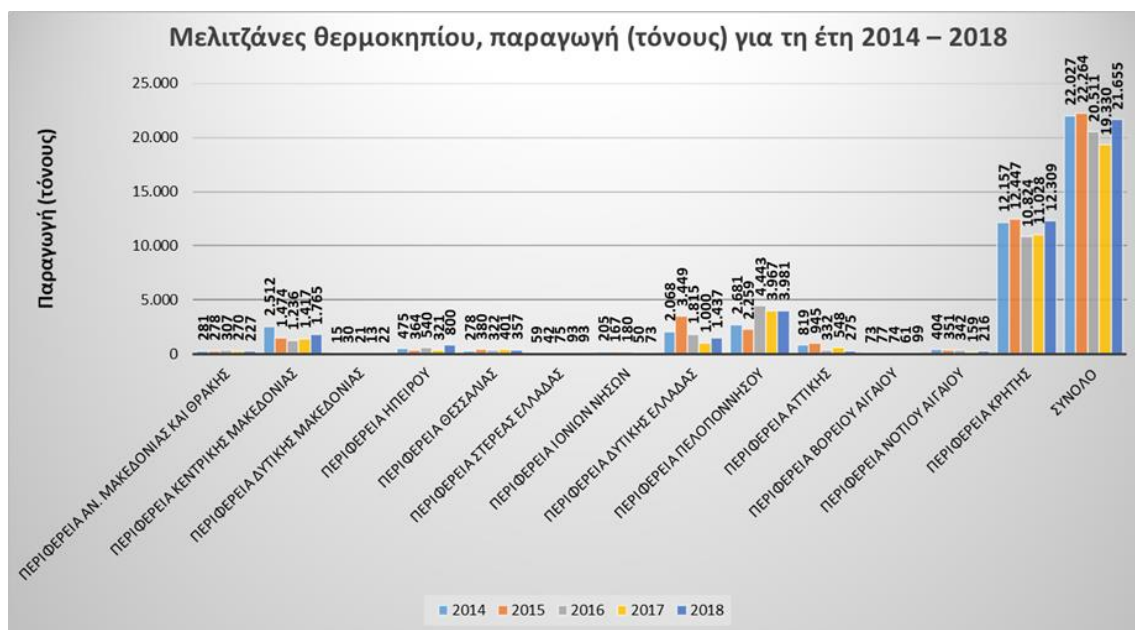
Επίσης, το 2018 παρατηρείται μείωση σε ποσοστό 11,1% σε σχέση με το 2014 στις καλλιεργούμενες εκτάσεις με μελιτζάνες στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα και την μείωση της παραγωγής σε ποσοστό 1,7%.

Πίνακας 0.10: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
Περιφέρειες	Μελιτζάνες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Μελιτζάνες θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	76	281	63	278	74	307	68	270	57	227
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	471	2.512	321	1.474	332	1.236	386	1.417	487	1.765
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	5	15	9	30	6	21	5	13	10	22
Περιφέρεια Ηπείρου	89	475	68	364	86	540	64	321	124	800
Περιφέρεια Θεσσαλίας	99	278	93	380	86	322	111	401	98	357
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	35	59	23	42	16	75	24	93	45	93
Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	52	205	50	167	53	180	17	50	26	73
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	814	2.068	640	3.449	377	1.815	227	1.000	300	1.437
Περιφέρεια Πελοποννήσου	491	2.681	445	2.259	655	4.443	624	3.967	599	3.981
Περιφέρεια Αττικής	148	819	390	945	82	332	97	548	44	275
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	32	73	28	77	32	74	30	61	46	99
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	74	404	94	351	84	342	46	159	56	216
Περιφέρεια Κρήτης	1.375	12.157	1.461	12.447	1.293	10.824	1.381	11.028	1.451	12.309
Σύνολο	3.761	22.027	3.685	22.264	3.176	20.511	3.080	19.330	3.343	21.655



Διάγραμμα 0.12: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)



Διάγραμμα 0.13: Μελιτζάνες θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνοι) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Σύμφωνα με την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ), στην Περιφέρεια Κρήτης καλλιεργούνται οι περισσότερες θερμοκηπιακές εκτάσεις (στρ.) με πιπεριές που συνεπάγεται και την μεγαλύτερη παραγωγή, σε σχέση με τις άλλες Περιφέρειες της Ελλάδας κατά τη διάρκεια όλων των ετών (2014-2018). 2^η είναι η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και 3^η

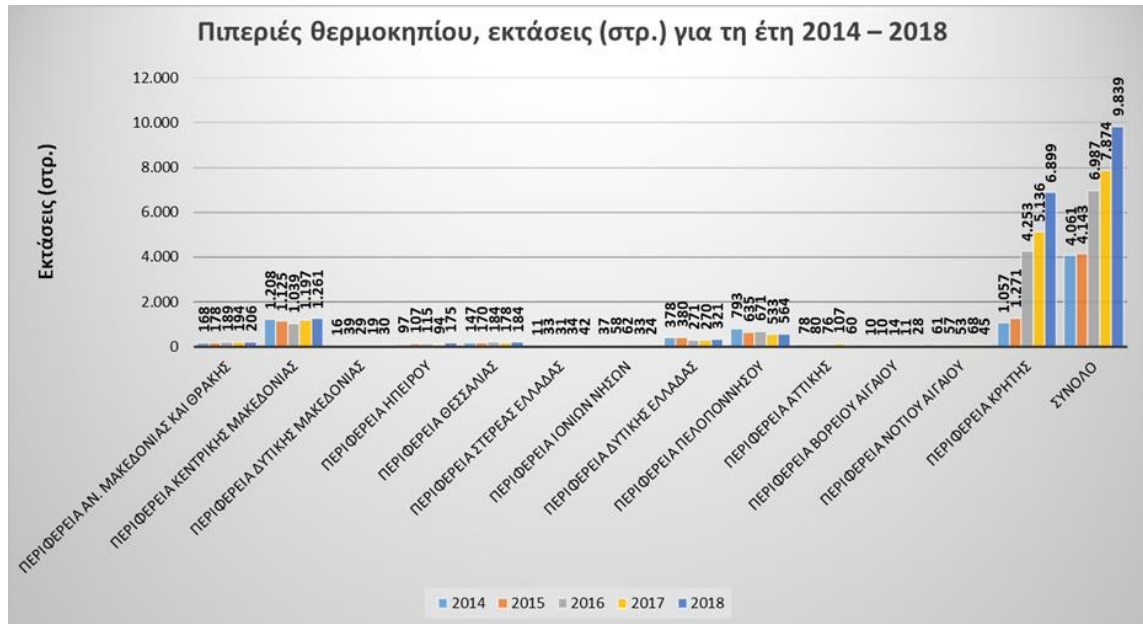
κατά σειρά η Περιφέρεια Πελοποννήσου, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 3.11 που ακολουθεί.

Επίσης, το 2018 παρατηρείται πολύ μεγάλη αύξηση σε ποσοστό 142,3% σε σχέση με το 2014 στις καλλιεργούμενες εκτάσεις με πιπεριές στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα και την πολύ μεγάλη αύξηση της παραγωγής σε ποσοστό 190,4%.

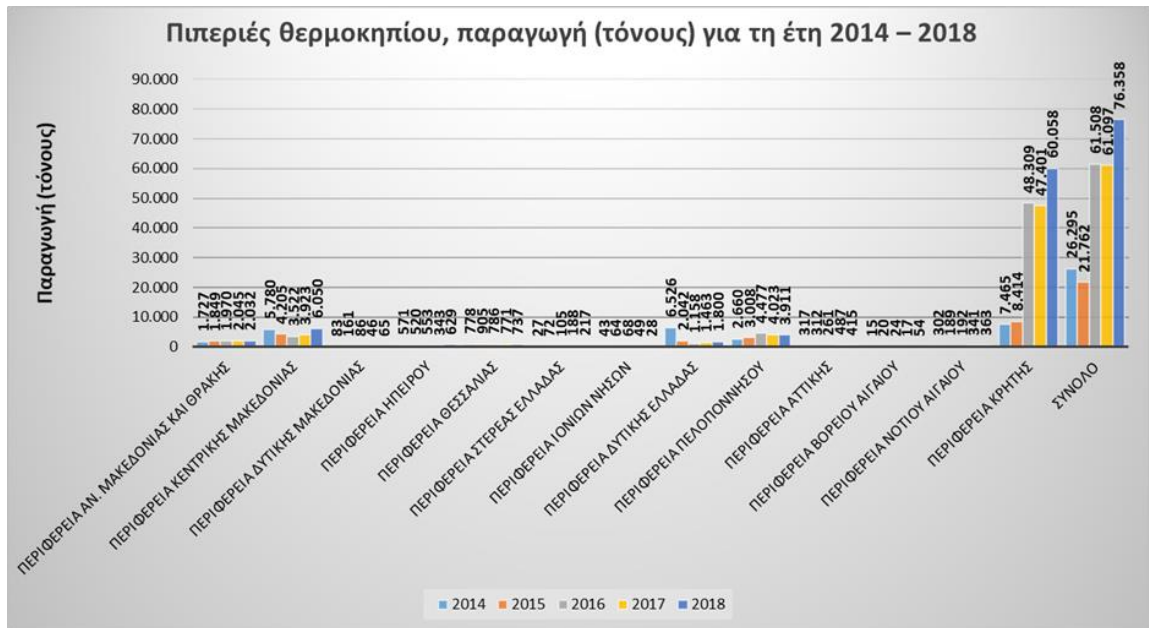
Πίνακας 0.11: Πιπεριές θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) και παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Έτος	2014		2015		2016		2017		2018	
	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης	168	1.727	178	1.849	189	1.970	194	2.045	206	2.032
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	1.208	5.780	1.125	4.205	1.039	3.522	1.197	3.923	1.261	6.050
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	16	83	39	161	29	86	19	46	30	65
Περιφέρεια Ηπείρου	97	571	107	520	115	553	94	343	175	629
Περιφέρεια Θεσσαλίας	147	778	170	905	184	786	178	771	184	737
Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας	11	27	33	72	31	105	34	188	42	217
Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	37	43	58	64	62	68	33	49	24	28
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	378	6.526	380	2.042	271	1.158	270	1.463	321	1.800
Περιφέρεια Πελοποννήσου	793	2.660	635	3.008	671	4.477	533	4.023	564	3.911
Περιφέρεια Αττικής	78	317	80	312	76	261	107	487	60	415
Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου	10	15	10	20	14	24	11	17	28	54
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	61	302	57	189	53	192	68	341	45	363
Περιφέρεια Κρήτης	1.057	7.465	1.271	8.414	4.253	48.309	5.136	47.401	6.899	60.058

Έτος	2014	2015	2016	2017	2018
Περιφέρειες	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)
	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου εκτάσεις (στρ.)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)	Πιπεριές θερμοκηπίου παραγωγή (τόνους)
Σύνολο	4.061	26.295	4.143	21.762	6.987
			61.508	7.874	61.097
				9.839	76.358



Διάγραμμα 0.14: Πιπεριές θερμοκηπίου, εκτάσεις (στρ.) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

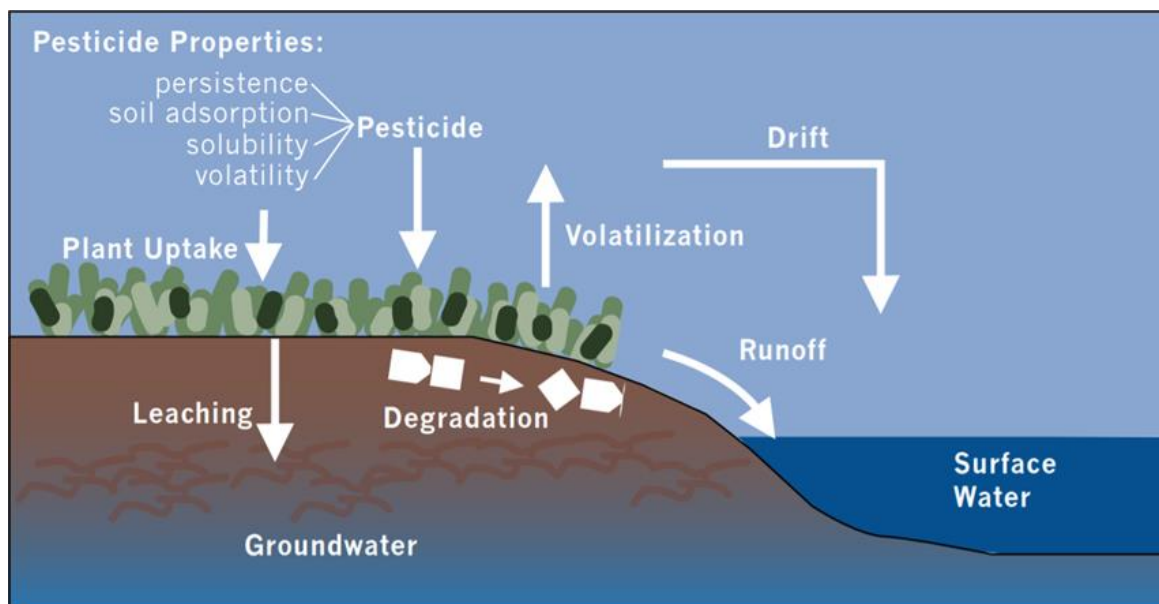


Διάγραμμα 0.15: Πιπεριές θερμοκηπίου, παραγωγή (τόνους) για τη έτη 2014 – 2018 (πηγή: ΕΛΣΤΑΤ, 2020)

Κεφάλαιο 4: Κατάληξη των φυτοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται ως απολυμαντικά εδάφους στο περιβάλλον

Τα φυτοφάρμακα αποτελούν βασικό παράγοντα της γεωργικής παραγωγής. Αν και η αυξημένη χρήση των φυτοφαρμάκων βοήθησε σημαντικά τη γεωργική παραγωγή, μειώνοντας τις απώλειες των παραγόμενων προϊόντων και των αποθηκευμένων σπόρων και γενικά βελτιώνοντας την ευημερία των ανθρώπων, ωστόσο, η χρήση τους οδήγησε στην αύξηση της υπολειμματικότητας στα τρόφιμα, στους ζωντανούς οργανισμούς και γενικά στο περιβάλλον. Τα φυτοφάρμακα είναι γνωστό ότι μεταφέρονται από τις γεωργικές περιοχές προς στο ευρύτερο περιβάλλον και μπορούν να καταλήξουν σε μη στοχευμένους οργανισμούς. Όταν τα φυτοφάρμακα εισέλθουν στην ατμόσφαιρα, μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Η διαφυγή αυτών των χημικών ουσιών στην ατμόσφαιρα αποτελεί οικονομική απώλεια για τους αγρότες – παραγωγούς, αναποτελεσματικό έλεγχο των παρασίτων και πιθανή μόλυνση του περιβάλλοντος (Tiryaki and Temur, 2010).

Τα φυτοφάρμακα μετά την εφαρμογής τους μπορεί να εξατμιστούν, να φωτοδιασπαστούν ή να μεταφερθούν μέσω των επιφανειακών υδάτων. Αφού καταλήξουν στο έδαφος, μπορεί να απορροφηθούν από τα φυτά, να προσροφηθούν από τα σωματίδια του εδάφους, να αποικοδομηθούν από τους μικροοργανισμούς του εδάφους ή να μετακινηθούν προς τους υδάτινους πόρους (Εικόνα 4.1) (Waskom *et al.*, 2017).



Εικόνα 0.1: Παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταφορά των φυτοφαρμάκων (πηγή: Waskom *et al.*, 2017)

Η τύχη των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως (Waskom *et al.*, 2017):

- τα χαρακτηριστικά της περιοχής
- τις φυσικοχημικές ιδιότητες των φυτοφαρμάκων (Παράρτημα Ι)
- τις φυσικοχημικές ιδιότητες των εδαφών και
- τις πρακτικές χρήσης των φυτοφαρμάκων

Συνήθως, η πλειονότητα των εφαρμοσμένων φυτοφαρμάκων διασπάται από τα μικρόβια που υπάρχουν στο έδαφος. Ωστόσο, ορισμένα φυτοφάρμακα και προϊόντα διάσπασης αυτών, ενδέχεται να φτάσουν στα υπόγεια ή επιφανειακά ύδατα, εάν δεν εφαρμοστούν οι βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης (Best Management Practices - BMP).

Οι αγρότες - παραγωγοί θα πρέπει πάντα να αξιολογούν τα προβλήματα που τους δημιουργούν τα παράσιτα και τα χαρακτηριστικά της περιοχής τους, ώστε να επιλέγουν το κατάλληλο μέτρο ελέγχου με τις λιγότερες πιθανότητες μόλυνσης του περιβάλλοντος (Waskom *et al.*, 2017).

Οι ιδιότητες του εδάφους και η διαχείριση των υδάτων μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την μετακίνηση των φυτοφαρμάκων στο περιβάλλον. Οι πιο σημαντικές ιδιότητες του εδάφους που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των φυτοφαρμάκων είναι (Waskom *et al.*, 2017):

- η περιεχόμενη οργανική ύλη
- ο τύπος του εδάφους
- η δομή και η κατανομή των μακροπόρων
- η περιεκτικότητα σε υγρασία και
- το pH.

Εκτός από τις ιδιότητες του εδάφους, σημαντικό ρόλο παίζουν και τα χαρακτηριστικά της περιοχής εφαρμογής των φυτοφαρμάκων, όπως (Waskom *et al.*, 2017):

- το βάθος έως τα υπόγεια ύδατα
- η εγγύτητα με τα επιφανειακά νερά
- η τοπογραφία
- τα χαρακτηριστικά του υδροφορέα
- το κλίμα και η άρδευση.

Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχει σημειωθεί αξιοσημείωτη βελτίωση στις μεθόδους προσδιορισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των φυτοφαρμάκων, καταστρώντας σαφέστερους τους στόχους για τη διατήρηση του περιβάλλοντος (Koester and Moulík, 2005). Ένα μεγάλο μέρος της έρευνας έχει στραφεί στη συμπεριφορά των φυτοφαρμάκων στο έδαφος, λόγω της έντονης αλληλεπίδρασης που υφίστανται σε αυτό το μέσο. Τα φυτοφάρμακα τείνουν να παραμένουν περισσότερο στο έδαφος, όπου γενικά μεταβολίζονται πιο αργά, σε αντίθεση με το όταν βρίσκονται στον άνθρωπο, στο νερό και στην ατμόσφαιρα (Navarro *et al.*, 2007).

Με την πάροδο του χρόνου, τα φυτοφάρμακα μπορούν να αναδιανεμηθούν εντός της περιοχής εφαρμογής τους ή μπορεί να μετακινηθούν σε περιοχές ακόμη πιο μακριά ή να εισχωρήσουν στο έδαφος, στην περιοχή της ριζόσφαιρας. Η ανθεκτικότητα και η κινητικότητα των φυτοφαρμάκων είναι οι κύριες παράμετροι που καθορίζουν το κατά πόσο και προς ποια κατεύθυνση θα μετακινηθούν (Kerle *et al.*, 2007).

Ανθεκτικότητα

Η ανθεκτικότητα των φυτοφαρμάκων εκφράζεται ως ο χρόνος ημιζωής, δηλαδή, το χρονικό διάστημα που απαιτείται για τη διάσπαση του μισού της αρχικής ποσότητας. Π.χ. εάν ένα φυτοφάρμακο έχει χρόνο ημιζωής 15 ημερών, το 50% του εφαρμοζόμενου φυτοφαρμάκου θα εξακολουθεί να υπάρχει 15 ημέρες μετά την εφαρμογή και το ήμισυ αυτής της ποσότητας (25% του αρχικού) θα υπάρχει μετά από 30 ημέρες. Γενικά, όσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος ημιζωής ενός φυτοφαρμάκου, τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα παρουσίας του. Τα φυτοφάρμακα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες με βάση τον χρόνο ημιζωής (Kerle *et al.*, 2007):

- μη ανθεκτικά φυτοφάρμακα με τυπικό χρόνο ημιζωής στο έδαφος μικρότερο από 30 ημέρες
- μέτρια ανθεκτικά φυτοφάρμακα με τυπικό χρόνο ημιζωής στο έδαφος 30-100 ημέρες και
- επίμονα φυτοφάρμακα με τυπικό χρόνο ημιζωής στο έδαφος άνω των 100 ημερών.

Κινητικότητα

Μετά την εφαρμογή τους τα φυτοφάρμακα μπορεί, είτε (Kerle *et al.*, 2007):

- να προσκολληθούν στα σωματίδια του εδάφους, να παραμείνουν στην επιφάνεια των φύλλων των φυτών ή σε άλλες επιφάνειες, παραμένοντας κοντά στο σημείο εφαρμογής
- να προσκολληθούν σε σωματίδια εδάφους και να μετακινηθούν με την απορροή ή και τον άνεμο
- να διαλυθούν στο νερό και να απορροφηθούν από τα φυτά ή να μετακινηθούν με την απορροή ή την έκπλυση και
- να μετακινηθούν από την περιοχή του φυλλώματος των φυτών ή από το έδαφος με τον άνεμο.

Η κινητικότητα επηρεάζεται από τη προσρόφηση του φυτοφαρμάκου, τη διαλυτότητά του στο νερό, την τάση των ατμών (Παράρτημα Ι) καθώς και από άλλα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά και χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως είναι ο καιρός, η τοπογραφία και η φυτοκάλυψη, καθώς επίσης και από τον τύπο και τη δομή του εδάφους και από την οργανική ύλη που περιέχεται σε αυτό (Kerle *et al.*, 2007).

4.1 Διεργασίες μεταφοράς των φυτοφαρμάκων

Ανάλογα με την ανθεκτικότητα και την κινητικότητά τους τα φυτοφάρμακα μπορούν να μετακινηθούν εντός και εκτός του εδάφους και να ρυπάνουν άλλα τμήματα του περιβάλλοντος, όπως το νερό και τον αέρα (Alletto *et al.*, 2010).

Οι τέσσερις κύριες διαδικασίες μεταφοράς των φυτοφαρμάκων είναι η εξάτμιση - εξάχνωση, η έκπλυση, η επιφανειακή απορροή και η διάβρωση και η απορρόφηση από τα φυτά.

Αυτές οι διαδικασίες μεταφοράς εξαρτώνται από τις συνθήκες εφαρμογής των φυτοφαρμάκων, τις ιδιότητες τους, τις κλιματολογικές συνθήκες, τις ιδιότητες του εδάφους και από τις γεωργικές πρακτικές (Alletto *et al.*, 2010).

4.1.1 Εξάτμιση - εξάχνωση (evaporation - sublimation)

Η διαδικασία μετατροπής ενός υγρού σε αέριο ονομάζεται εξάτμιση και ενός στερεού σε αέριο ονομάζεται εξάχνωση. Είναι ο κύριος τρόπος μεταφοράς των φυτοφαρμάκων από το έδαφος, το νερό και την επιφάνεια των φυτών στην ατμόσφαιρα, όπου και κατανέμονται στους υδρατμούς και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις μέσω των ρευμάτων αέρα (Scheringer, 2009).

Το πόσο εύκολα ή όχι εξατμίζεται ή εξαχνώνεται ένα φυτοφάρμακο εξαρτάται από την τάση των ατμών του, τη θερμοκρασία, το pH, το πορώδες, τη δομή και την περιεκτικότητα του εδάφους σε νερό, καθώς και τη συγκέντρωση του φυτοφαρμάκου στο έδαφος και ο βαθμός προσρόφησής του (Navarro *et al.*, 2007).

4.1.2 Έκπλυση (leaching)

Έκπλυση είναι η κάθετη μετακίνηση των φυτοφαρμάκων από τα επιφανειακά εδαφικά στρώματα προς τα κατώτερα (Tiryaki and Temur, 2010).

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το κατά πόσο τα φυτοφάρμακα θα εκπλυθούν προς τα κατώτερα στρώματα και εν συνεχεία στα υπόγεια ύδατα, είναι τα χαρακτηριστικά του εδάφους και του φυτοφαρμάκου και την αλληλεπίδρασή τους με το νερό της βροχής ή της άρδευσης (Tiryaki and Temur, 2010).

Η βαθμός έκπλυσης μπορεί να αυξηθεί όταν (Tiryaki and Temur, 2010):

- τα φυτοφάρμακα είναι υδατοδιαλυτά
- το έδαφος είναι αμμώδες
- βρέξει αμέσως μετά τον ψεκασμό και
- τα φυτοφάρμακα δεν προσροφώνται έντονα στο έδαφος.

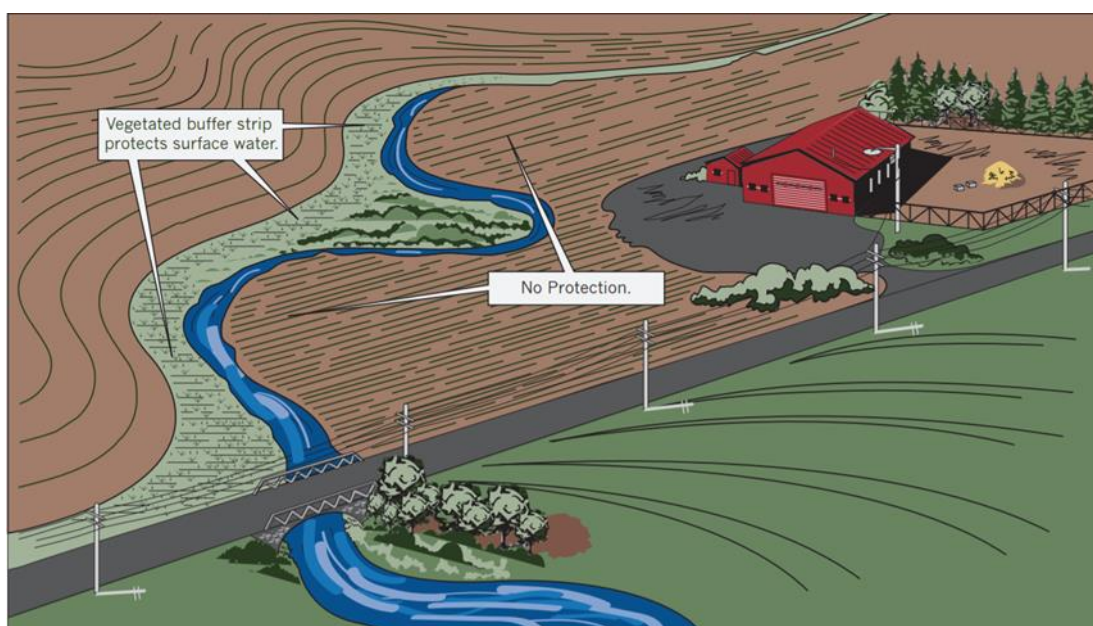
4.1.3 Επιφανειακή απορροή και διάβρωση (surface runoff and erosion)

Τα φυτοφάρμακα που εναποτίθενται στο έδαφος παραμένουν στενά συνδεδεμένα με αυτό, είτε μέσω της απλής ανάμιξης, είτε μέσω της προσρόφησης. Το έδαφος, επομένως, λειτουργεί ως μεταφορέας του φυτοφαρμάκου όταν τα σωματίδια του μετακινούνται από το ένα μέρος στο άλλο μέσω του ανέμου ή της απορροής, οδηγώντας σε ορισμένες περιπτώσεις στη μόλυνση των επιφανειακών υδάτων (ποτάμια, θάλασσες, λίμνες κ.ά.). Οι παράγοντες που παρεμβαίνουν σε αυτήν τη διαδικασία είναι μεταξύ άλλων η κλίση του εδάφους, η

σύσταση - σύνθεση του φυτοφαρμάκου, ο χρόνος που πέρασε από την εφαρμογή του, η δομική σταθερότητα του εδάφους, το είδος της καλλιέργειας, η ένταση της βροχοπτώσης, καθώς και από τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του φυτοφαρμάκου και του βαθμού προσρόφησης του (Navarro *et al.*, 2007).

Σε γενικές γραμμές, οι απώλειες των φυτοφαρμάκων κατά την απορροή είναι πιθανό να συμβούν όταν πραγματοποιούνται έντονες βροχοπτώσεις ή υπερβολική άρδευση λίγο μετά την εφαρμογή τους (Navarro *et al.*, 2007).

Οι σωστές πρακτικές διαχείρισης της γης, όπως είναι η ελαχιστοποίηση της άρσης (ειδικά σε σαθρά εδάφη) και η δημιουργία προστατευτικής ζώνης περιμετρικά από υδάτινες οδούς (Εικόνα 4.2), μπορούν να μειώσουν τον όγκο και την ταχύτητα της απορροής, με αποτέλεσμα τον περιορισμό της διάβρωσης και μείωση της κυκλοφορίας φυτοφαρμάκων (Waskom *et al.*, 2017).



Εικόνα 0.2: Προστατευτική ζώνη για την προστασία των επιφανειακών υδάτων (Waskom *et al.*, 2017)

4.1.4 Απορρόφηση από τα φυτά (absorption by plants)

Αρκετές μελέτες έχουν δείξει πώς οι καλλιέργειες που είχαν αναπτυχθεί σε περιοχές που προηγουμένως είχαν εφαρμοστεί φυτοφάρμακα, μπορούν να απορροφήσουν ορισμένες ενώσεις από το έδαφος, σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από μια σειρά παραγόντων, όπως ο τύπος της καλλιέργειας, οι φυσικοχημικές ιδιότητες της χρησιμοποιούμενης χημικής ένωσης, το κλίμα, ο τύπος του εδάφους και ο βαθμός της ρύπανσης. Αφού απορροφηθούν τα φυτοφάρμακα, μπορούν τα φυτά, είτε να τα αποθηκεύσουν ή να τα διασπάσουν σε άλλα

προϊόντα, λιγότερο ή περισσότερο τοξικά από τη μητρική ένωση. Όταν τα φυτά, στα οποία έχουν εφαρμοστεί φυτοφάρμακα, απομακρύνονται από μια περιοχή, τυχόν υπολείμματα που έχουν συγκρατήσει απομακρύνονται μαζί τους. Η τύχη αυτών των υπολειμμάτων εξαρτάται από τον τρόπο χειρισμού των φυτών (Navarro *et al.*, 2007).

4.2 Διεργασίες διάσπασης των φυτοφαρμάκων

Γενικά, τα φυτοφάρμακα στο περιβάλλον υπόκεινται σε τέσσερα είδη διεργασιών διάσπασης, την υδρόλυση (χημική), την προσρόφηση, τη φωτοδιάσπαση (φωτοχημική διάσπαση) και τη μικροβιακή διάσπαση.

4.2.1 Υδρόλυση (hydrolysis)

Ως υδρόλυση ορίζεται η χημική μετατροπή ενός οργανικού μορίου, όταν αντιδρά με μόρια νερού (HOH ή OH). Η υδρόλυση μπορεί να συμβεί σε αβιοτικό ή βιοτικό περιβάλλον και είναι ένα σημαντικό μέσο για την αποικοδόμηση πολλών φυτοφαρμάκων. Η αβιοτική υδρόλυση μπορεί να είναι το κύριο μέσο αποικοδόμησης φυτοφαρμάκων όπου η βιολογική δραστηριότητα είναι χαμηλή. Αυτές οι αντιδράσεις εξαρτώνται άμεσα από το pH και από την θερμοκρασία. Η έντονη προσροφητικότητα των φυτοφαρμάκων στα κolloειδή του εδάφους και η άνοδος της θερμοκρασίας, αυξάνουν το βαθμό υδρόλυσης, ενώ επίδραση προκαλούν σε αυτή τη διαδικασία η οργανική ουσία και τα μεταλλικά ιόντα που περιέχονται στο έδαφος. Γενικά, τα προϊόντα της υδρόλυσης είναι πιο πολικές ενώσεις από τις μητρικές, περισσότερο υδατοδιαλυτές και λιγότερο βιοσυσσωρευτικές (Holland and Sinclair, 2004).

4.2.2 Προσρόφηση (adsorption)

Προσρόφηση είναι η διαδικασία δέσμευσης των φυτοφαρμάκων στα σωματίδια του εδάφους, στην επιφάνεια των φυτών ή σε άλλη επιφάνεια, αν και αναφέρεται πιο συχνά στη δέσμευση των χημικών ουσιών των φυτοφαρμάκων στα σωματίδια του εδάφους (Tiryaki and Aysal, 1999; Kerle *et al.*, 2007). Η ποσότητα ενός φυτοφαρμάκου που μπορεί να προσροφηθεί στο έδαφος ποικίλλει και είναι ανάλογη με τον τύπο των φυτοφαρμάκων και την περιεκτικότητα της υγρασίας, το pH και τον τύπο του εδάφους. Τα φυτοφάρμακα έχουν την τάση να προσροφώνται έντονα σε εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε άργιλο ή οργανική ύλη. Τα περισσότερα φυτοφάρμακα που προσροφώνται έντονα από τα σωματίδια του

εδάφους είναι λιγότερο πιθανό να εξατμιστούν, να εκπλυθούν ή να προσληφθούν από τα φυτά (Tiryaki and Aysal, 1999).

Τα φυτοφάρμακα που προσροφώνται έντονα από τα σωματίδια του εδάφους είναι πιο πιθανό να παραμείνουν περισσότερο στην περιοχή της ρίζας, όπου είναι διαθέσιμα για την πρόσληψή τους από τα φυτά και για μικροβιακή ή χημική αποικοδόμηση. Τα σωματίδια της οργανικής ύλης και της αργίλου μπορούν να προσροφήσουν πιο έντονα τα φυτοφάρμακα, καθώς έχουν μεγάλη επιφάνεια και είναι χημικά ενεργά, ενώ τα σωματίδια της άμμου δεν έχουν έντονη προσροφητικότητα, καθώς έχουν μικρότερη ειδική επιφάνεια και είναι χημικά ανενεργά (Kerle *et al.*, 2007).

Γενικά, αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερο προσροφώνται τα φυτοφάρμακα στην οργανική ύλη του εδάφους, τόσο περισσότερο χρόνο παραμένουν στο έδαφος μετά την εφαρμογή τους (Tiryaki *et al.*, 1997, Tiryaki και Aysal 1999).

4.2.3 Μικροβιακή διάσπαση (microbial degradation)

Τα γεωργικά εδάφη περιέχουν πολλούς μικροοργανισμούς οι οποίοι διασπούν ή απορροφούν ορισμένα φυτοφάρμακα. Η απορρόφηση των φυτοφαρμάκων από αυτούς τους οργανισμούς είναι αρκετά μεταβλητή και επηρεάζεται από τα χαρακτηριστικά τους, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και από τις χημικές και φυσικές ιδιότητες τόσο του φυτοφαρμάκου όσο και του εδάφους (Navarro *et al.*, 2007).

Για να προσδιοριστεί η πιθανότητα απορρόφησης και διανομής ενός φυτοφαρμάκου από έναν δεδομένο οργανισμό, είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε τον συντελεστή κατανομής του μεταξύ οκτανόλης και νερού (K_{ow}) με τον οποίο γίνεται κατανοητή η αναλογία που υπάρχει στην ισορροπία μεταξύ των μοριακών συγκεντρώσεων της ουσίας διαλυμένο σε σύστημα δύο φάσεων (οκτανόλη και νερό). Η τιμή αυτή είναι σταθερή για κάθε φυτοφάρμακο σε δεδομένη θερμοκρασία και συνήθως εκφράζεται ως δεκαδικός λογάριθμος ($\log K_{ow}$). Ένας υψηλός συντελεστής κατανομής μεταξύ οκτανόλης και νερού (K_{ow}) δείχνει ότι το προϊόν πιθανότατα θα συσσωρευτεί σε ζωντανούς οργανισμούς, επηρεάζοντας τη φύση του δεσμού με τους βιολογικούς υποδοχείς, ενώ ένας χαμηλός συντελεστής μειώνει την πιθανότητα βιοσυσσώρευσης (Voice *et al.*, 1983).

Πίνακας 0.1: Ένζυμα και μικροοργανισμοί που εμπλέκονται στην αποικοδόμηση των φυτοφαρμάκων

Χημική κατηγορία	Ένζυμα	Μικροοργανισμοί
Οργανοφωσφορικά	Esterase ^a	Azospirillum sp. ^c
		Pseudomonas sp. ^c
		Flavobacterium sp. ^d
		Sphingomonas paucimobilis ^d
Οργανοχλωριωμένα	Dehydrogenase ^a	Enterobacters aerogenes ^a
	dioxygenase P-450 ^a	E. coli ^a
	dehalogenase ^a	Pseudomonas putida ^a
	ligninase ^a	Pseudomonas sp. ^a
	oxygenase ^a	Phanerochaete chysosporium ^a
	hydrolase ^a	
Καρβαμιδικά	Hydrolase ^a	Pseudomonas sp. ^a
		Flavobacterium sp. ^a
		Acetobacter sp. ^a
		Arthrobacter sp. ^a
		Rhodococcus sp. ^a
Ακετανιλίδια	Acylamidase ^a	Aspergillus ustus ^a
	peroxidase ^a	Fusarium oxysporium ^a
		Penicillium sp. ^a
	Glutathione S-transferase ^h	Streptomyces sp. ^h
Τριαζίνες	Hydrolase ^a	Pseudomonas sp. ^e
		Nocardioides sp. ^e
		Agrobacterium tumefaciens ^f
		Caulobacter crescentus ^f
		Pseudomonas putida ^f
		Sphingomonas yaniokuyae ^f
		Nocardia sp. ^f
		Rhizobium sp. ^f
		Flavobacterium oryzihabitans ^f
		Variovorax paradoxus ^f
		Streptomyces griseolus ^b
Φαινοξυοξικά	Oxygenase and hydrolase ^a	Arthrobacter sp. ^b
		Rhodococcus sp. ^b
		Nocardioides sp. ^b
		Aspergillus niger ^g
Φωσφονογλυκίνες	Lyase ^b	Arthrobacter sp. ^b

^aKumar *et al.*, 1996; ^bDe Schrijver and De Mot, 1999; ^cFoster *et al.*, 2004; ^dKarpouzas *et al.*, 2005; ^eTopp, 2001; ^fSmith *et al.*, 2005; ^gHagblom, 1992; ^hStamper and Tuovinen, 1998.

4.2.4 Φωτοδιάσπαση (photodegradation)

Η διαδικασία της διάσπασης ξεκινά όταν μια χημική ένωση ενός φυτοφαρμάκου δέχεται ενέργεια. Αυτή η ενέργεια (φωτόνια) απορροφάται από τα μόρια της χημικής ένωσης με αποτέλεσμα τον σχηματισμό λιγότερο σταθερών δεσμών ή τη διάσπαση τους (Navarro *et al.*, 2007).

Η φωτοδιάσπαση μπορεί να είναι άμεση, όταν οι χημικές ενώσεις των φυτοφαρμάκων δέχονται υπεριώδη ακτινοβολία εντός του φάσματος του ηλιακού φωτός (<300 nm) ή έμμεση, όταν η ενέργεια απορροφάται από άλλες ενώσεις που στη συνέχεια μεταφέρεται στις χημικές ενώσεις των φυτοφαρμάκων. Τόσο η άμεση όσο και η έμμεση διαδικασία της φωτοδιάσπασης μπορεί να συμβεί μόνο κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Η άμεση φωτοδιάσπαση περιορίζεται σε μια περιοχή 0,2-0,3 mm στην επιφάνεια του εδάφους, ενώ η έμμεση φωτοδιάσπαση είναι μεγαλύτερη από 0,7 mm, σε πειράματα που έχουν πραγματοποιηθεί στην ύπαιθρο (Navarro *et al.*, 2007).

Οι κύριοι παράγοντες που επιδρούν σε αυτή τη διαδικασία είναι η παρουσία φωτοχημικών καταλυτών, η ένταση και το μήκος της έκθεσης στην ακτινοβολία, το pH και ο αερισμός του εδάφους, η χημική δομή του φυτοφαρμάκου και ο βαθμός προσρόφησης των κολλοειδών (Navarro *et al.*, 2007).

Τα χουμικά οξέα δρουν ως φωτοευαισθητοποιητές σχηματίζοντας κάποια ενδιάμεσα δραστικά, όπως O_2 , $\cdot OH$, H_2O_2 και $ROO\cdot$, που οξειδώνουν και τελικά διασπούν τα μόρια των φυτοφαρμάκων. Επίσης, τα μεταλλικά οξείδια που υπάρχουν στο έδαφος, όπως τα ZnO , Fe_2O_3 , MnO_2 κ.τ.λ. απορροφούν ακτινοβολία στο εύρος του μήκους κύματος του ηλιακού φωτός και μπορούν να επιταχύνουν αυτή τη διαδικασία με αντίδραση των $(\cdot OH)$ και $(\cdot O_2^-)$ (Konstantinou *et al.*, 2001).

Κεφάλαιο 5: Επιπτώσεις της χρήσης των φυτοφαρμάκων

Τα φυτοφάρμακα είναι τοξικές χημικές ουσίες ή μείγμα ουσιών ή βιολογικών παραγόντων που απελευθερώνονται σκόπιμα στο περιβάλλον με σκοπό την αποτροπή, τον έλεγχο και την εξολόθρευση των εντόμων, των ζιζανίων, των τρωκτικών, των μυκήτων ή άλλων επιβλαβών παρασίτων (Mahmood *et al.*, 2016).

Η χρήση των φυτοφαρμάκων έχει αυξηθεί κατά πολύ τις τελευταίες δεκαετίες προκαλώντας σοβαρές ανησυχίες για την ανθρώπινη υγεία και τη βιοποικιλότητα (Agrawal *et al.*, 2010; Mahmood *et al.*, 2016). Δαπανούνται περίπου 5,2 δισεκατομμύρια λίρες για αγορά φυτοφαρμάκων παγκοσμίως ανά έτος. Η χρήση φυτοφαρμάκων για τον περιορισμό των παρασίτων έχει γίνει κοινή πρακτική σε όλο τον κόσμο. Η χρήση τους δεν περιορίζεται μόνο στη γεωργία αλλά χρησιμοποιούνται επίσης και στις οικίες για την εξολόθρευση των κατσαρίδων, των κουνουπιών, των αρουραίων, των ψύλλων, των τσιμπουριών και άλλων επιβλαβών εντόμων. Γι' αυτό το λόγο τα φυτοφάρμακα βρίσκονται συχνά στα προϊόντα διατροφής, εκτός από την παρουσία τους στον αέρα (Mahmood *et al.*, 2016).

Τα φυτοφάρμακα είτε είναι φυσικές ή συνθετικές ενώσεις που ανήκουν σε διάφορες κατηγορίες, όπως είναι τα οργανοφωσφορικά, τα πυρεθροειδή, τα καρβαμικά, τα νεονικοτινοειδή (στα οποία ανήκουν τα περισσότερα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα φυτοφάρμακα) κ.τ.λ. (Mahmood *et al.*, 2016). Επίσης, χωρίζονται σε διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με τον στόχο τους. Ορισμένες από αυτές τις κατηγορίες περιλαμβάνουν ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα, νηματοκτόνα κ.τ.λ. (Agrawal *et al.*, 2010). Μαζί με τη δραστική ουσία τα σκευάσματα των φυτοφαρμάκων περιέχουν και αδρανείς ουσίες. Όταν τα φυτοφάρμακα απελευθερωθούν στο περιβάλλον διασπώνται σε ουσίες γνωστές ως μεταβολίτες που, κάποιες φορές, είναι πιο τοξικές από τη δραστική ουσία σε ορισμένες περιπτώσεις (Mahmood *et al.*, 2016).

Αν και είναι αποτελεσματικά, καθώς καταπολεμούν τα επιβλαβή έντομα, φυτά και μύκητες, δυστυχώς, η χρήση τους ενέχει και κινδύνους. Τα μη εκλεκτικά φυτοφάρμακα θανατώνουν και φυτά και ζώα που δεν αποτελούν στόχο μαζί με τα στοχευμένα (Mahmood *et al.*, 2016). Επιπλέον, με την πάροδο του χρόνου, ορισμένα παράσιτα αναπτύσσουν ανοχή απέναντι σε αυτά (Speck-Planche *et al.*, 2012).

Δεν είναι μόνο τοξικά για τα άτομα που σχετίζονται με την γεωργία αλλά και για αυτούς που εργάζονται στις βιομηχανίες όπου παράγονται. Επίσης, είναι τοξικά για τη χλωρίδα, την πανίδα και την υδρόβια ζωή (Rashid *et al.*, 2010).

Περισσότερο εκτεθειμένοι είναι οι κάτοικοι των αναπτυσσόμενων χωρών και οι ομάδες υψηλού κινδύνου σε κάθε χώρα (WHO, 1990). Οι ομάδες υψηλού κινδύνου περιλαμβάνουν, εκτός από τους αγρότες και τους εργαζόμενους στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις και αυτούς που σχετίζονται με την παραγωγική διαδικασία στο βιομηχανικό χώρο. Κατά τη διάρκεια παρασκευής των φυτοφαρμάκων η πιθανότητα κινδύνου είναι υψηλότερη, καθώς οι εργαζόμενοι χειρίζονται διάφορες τοξικές ουσίες (Aktar *et al.*, 2009).

5.1 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Τα φυτοφάρμακα έχουν βελτιώσει το επίπεδο της ανθρώπινης υγείας ελέγχοντας τις ασθένειες που μεταδίδονται από φορείς (π.χ. κουνούπια, τσιμπούρια κ.ά.), ωστόσο, η μακροχρόνια και αλόγιστη χρήση τους, έχει οδηγήσει σε σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία. Όλοι οι άνθρωποι και ιδίως τα βρέφη και τα παιδιά είναι ιδιαίτερα ευάλωτα στις επιβλαβείς επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων. Καθώς η χρήση των φυτοφαρμάκων έχει αυξηθεί τις τελευταίες δεκαετίες, η πιθανότητα έκθεσης σε αυτές τις χημικές ουσίες έχει επίσης αυξηθεί σημαντικά (Mahmood *et al.*, 2016).

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στις ανεπτυγμένες χώρες έχουν δείξει ότι τα ποσοστά της ετήσιας επίπτωσης από οξεία δηλητηρίαση φυτοφαρμάκων (APP - acute pesticide poisoning) στους εργαζόμενους στις γεωργικές εκμεταλλεύσεις, ανέρχονται σε 18,2 ανά 100.000 εργαζόμενους πλήρους απασχόλησης και 7,4 ανά 1.000.000 μεταξύ μαθητών (Thundiyil *et al.*, 2008).

Οι άμεσες επιπτώσεις μετά από έκθεση σε φυτοφάρμακα μπορεί να είναι πονοκέφαλος, ερεθισμός στα μάτια και το δέρμα, ερεθισμός της μύτης και του λαιμού, κνησμός του δέρματος, εμφάνιση εξανθημάτων και φουσκάλες στο δέρμα, ζάλη, διάρροια, κοιλιακό άλγος, ναυτία και έμετο, θολή όραση, τύφλωση και πολύ σπάνια ο θάνατος (Mahmood *et al.*, 2016).

Οι χρόνιες επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων είναι συχνά θανατηφόρες και μπορεί να μην εμφανίζονται ακόμη και για χρόνια, προκαλώντας βλάβη σε πολλαπλά όργανα του σώματος (ήπαρ, πνεύμονες, νεφρά κ.ά.). Η έκθεση του ανθρώπου σε φυτοφάρμακα για παρατεταμένες χρονικές περιόδους έχει ως αποτέλεσμα μια σειρά από σοβαρές επιπτώσεις, όπως, μειωμένη οπτική ικανότητα, απώλεια συντονισμού και μνήμης, καρκίνο, γενετικές ανωμαλίες, στειρότητα, κ.τ.λ. (Mahmood *et al.*, 2016).

5.2 Επιπτώσεις μέσω των βασικών προϊόντων διατροφής

Από χρόνο σε χρόνο, οι πωλήσεις φυτοπροστατευτικών προϊόντων (μυκητοκτόνα, ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα) αυξάνονται. Οι λόγοι για την εφαρμογή φυτοφαρμάκων είναι πολυάριθμοι, ξεκινώντας από την επίλυση των αγρονομικών προβλημάτων έως την εμφάνιση νέων ή ανθεκτικών παρασίτων, καθώς και τη μείωση των οικονομικών ζημιών που επηρεάζουν τους παραγωγούς-αγρότες. Οι παραγωγοί πρέπει να ακολουθούν τις απαιτήσεις των κανονισμών για την ασφάλεια των τροφίμων, προκειμένου να προστατεύσουν τους καταναλωτές από τους κινδύνους των μη ασφαλών τροφίμων (Lawley *et al.*, 2008).

Η συνεχής παρακολούθηση των φυτοφαρμάκων επιτρέπει τον έλεγχο της χρήσης των επιτρεπόμενων ενώσεων και τη συμμόρφωση με τα ΑΟΚ (ανώτατα όρια καταλοίπων) των φυτοφαρμάκων και τον έλεγχο αυτών των ορίων στα τρόφιμα. Σύμφωνα με την έκθεση της EFSA (European Food Safety Authority) για την περίοδο 2010-2013, το 0,2-2% των βρεφικών τροφών περιείχε φυτοφάρμακα πάνω από το ΑΟΚ. Τα φρέσκα προϊόντα (όπως τα μήλα) που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή παιδικών τροφών, σημειώθηκε ότι περιέχουν φυτοφάρμακα και το 9% αυτών έχουν τιμές πάνω από τα ανώτατα όρια καταλοίπων (Slowik-Borowiec *et al.*, 2012).

Λαμβάνοντας υπόψη τον πιθανό κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών λόγω των καταλοίπων στα τρόφιμα και το υψηλό ποσοστό κατανάλωσης φρούτων και λαχανικών σε πολλές χώρες, η προσοχή πρέπει να επικεντρωθεί στην πιθανή παρουσία καταλοίπων στα τρόφιμα (Jankuloska *et al.*, 2019).

5.3 Επιπτώσεις στο περιβάλλον

Τα φυτοφάρμακα μπορούν να βρεθούν στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα κ.τ.λ. ως κοινοί ρύποι, βλάπτοντας τα ζώα και τα φυτά, όπως τα έντομα, τα πουλιά, τα ψάρια, τα φυτά, τους ωφέλιμους μικροοργανισμούς του εδάφους, τα άγρια ζώα και γενικά όλα τα μη στοχευμένα είδη της χλωρίδας και της πανίδας (Tanabe *et al.*, 1988).

Οι επιπτώσεις που σχετίζονται με τη ανεξέλεγκτη χρήση των φυτοφαρμάκων δεν μπορούν να αγνοηθούν. Είναι αναγκαίο όσο ποτέ να εξεταστούν οι επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων στους πληθυσμούς των υδρόβιων και των χερσαίων φυτών, των ζώων, των πτηνών, των μικροοργανισμών, κ.τ.λ. Η βιοσυσσωρευση των φυτοφαρμάκων που εμφανίζεται στις

τροφικές αλυσίδες προκαλεί μεγάλη ανησυχία, καθώς επηρεάζει άμεσα τους θηρευτές και αρπακτικά. Έμμεσα, τα φυτοφάρμακα μπορούν να μειώσουν την ποσότητα των αυτοφυών ποωδών και θάμνων, καθώς και των εντόμων, από τα οποία τρέφονται οι υψηλότεροι οργανισμοί της τροφικής αλυσίδας. Η χρήση εντομοκτόνων, ζιζανιοκτόνων και μυκητοκτόνων έχει επίσης συνδεθεί με μειώσεις στον πληθυσμό σπάνιων ειδών ζώων και πτηνών. Π.χ. τα πτηνά μπορούν να θανατωθούν εάν τραφούν με δηλητηριασμένους σπόρους που χρησιμοποιούνται ως δόλωμα για τα περιστέρια και τα τρωκτικά. Επιπλέον, η μακροχρόνια και συχνή χρήση τους, οδηγούν σε βιοσυσσώρευση όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (Mahmood *et al.*, 2016; US EPA, 1998).

5.3.1 Μόλυνση επιφανειακών και υπόγειων υδάτων

Καθώς έχουν εντοπιστεί οι τοξικές επιπτώσεις των φυτοφαρμάκων υπάρχει μια ανησυχία όσον αφορά τους μολυσμένους υδατικούς πόρους (Karcher and El Rassi, 1999).

Τα φυτοφάρμακα μπορούν να εισέρχονται και να μολύνουν τους υδατικούς πόρους συχνά μέσω της διάβρωσης και της απορροής και πιο σπάνια από ακούσια ή εκούσια απόρριψη. Η μόλυνση των υπόγειων και επιφανειακών υδάτων αποτελεί μείζονα πρόβλημα καθώς αυτά χρησιμοποιούνται για πόσιμο νερό (Karcher and El Rassi, 1999). Εάν ο χρόνος ημιζωής ενός φυτοφαρμάκου είναι μεγάλος, η υδατοδιαλυτότητα είναι υψηλή και ο ρυθμός απορρόφησης είναι χαμηλός, μπορούν να μολύνουν σταδιακά τα υπόγεια ύδατα περισσότερο (Barcelo and Hennion, 1997).

Στις γεωργικές περιοχές τα περισσότερα φυτοφάρμακα δεν απομακρύνονται εύκολα από τον αγρό. Είτε εκπλένονται προς βαθύτερα εδαφικά στρώματα, είτε μεταφέρονται μέσω της επιφανειακής ροής διαλυμένα στο νερό ή συνδεδεμένα με τα σωματίδια του εδάφους. Η ανθεκτικότητα τους, η υδρόφοβη φύση τους και τα βιοσυσσωρευτικά χαρακτηριστικά τους τα καθιστούν ικανά να προσροφώνται έντονα με το έδαφος (Rashid *et al.*, 2010).

Τα μολυσμένα με φυτοφάρμακα νερά άρδευσης μπορούν να μολύνουν στην συνέχεια τις γεωργικές εκμεταλλεύσεις όπου αυτά δεν έχουν εφαρμοστεί. Η ποιότητα του εδάφους ή του πόσιμου νερού κάτω από αυτές τις γεωργικές περιοχές μπορεί να επηρεαστεί από την άρδευση με μολυσμένο με φυτοφάρμακα νερό (Rashid *et al.*, 2010).

5.3.2 Μόλυνση του εδάφους

Τα φυτοφάρμακα ταξινομούνται με βάση τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες. Αυτές οι ιδιότητες είναι συγκεκριμένες για κάθε ένα από τα φυτοφάρμακα και ελέγχουν τη βιοδραστικότητά και τη συμπεριφορά τους στο έδαφος. Μεταξύ αυτών των ιδιοτήτων είναι η διαλυτότητα, το μέγεθος και η πτητικότητα οι οποίες είναι και οι πιο κύριες (Gevao *et al.*, 2000).

Η τύχη των φυτοφαρμάκων στο έδαφος επηρεάζεται από όλες τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες (Yaron *et al.*, 1996), αλλά κυρίως από τον τύπο του εδάφους, το κλίμα μιας συγκεκριμένης τοποθεσίας και τις πρακτικές της εκμετάλλευσης που χρησιμοποιούνται για μια συγκεκριμένη καλλιέργεια σε μια περιοχή. Αυτά τα φυτοφάρμακα μπορεί να αποδομηθούν μετά από σύντομο χρονικό διάστημα μερικών ημερών από τα μικρόβια του εδάφους ή μπορεί να συνεχίσουν να υπάρχουν για πολλά χρόνια (Perrin-Ganier *et al.*, 2001).

5.3.3 Επιπτώσεις στη γονιμότητα του εδάφους

Τα φυτοφάρμακα επιβαρύνουν το έδαφος προκαλώντας τη μείωση των πληθυσμών των ωφέλιμων μικροοργανισμών του εδάφους με συνέπεια την υποβάθμιση του. Η αλόγιστη χρήση των φυτοφαρμάκων έχει σοβαρές επιπτώσεις στους οργανισμούς του εδάφους που είναι παρόμοιες με την ανθρώπινη κατάχρηση αντιβιοτικών. Η υπερβολική χρήση τους μπορεί να λειτουργήσει για λίγα χρόνια, αλλά αυτό θα έχει σαν συνέπεια την εξόντωση των ωφέλιμων οργανισμών που βρίσκονται στο έδαφος (Pell *et al.*, 1998).

Για παράδειγμα, τα φυτά εξαρτώνται από μια ποικιλία μικροοργανισμών που βρίσκονται στο έδαφος για να μετατρέψουν το ατμοσφαιρικό άζωτο σε νιτρικά άλατα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φυτά. Τα φυτοφάρμακα διαταράσσουν αυτή τη διαδικασία, π.χ. το triclopyr αναστέλλει τα βακτηρίδια του εδάφους που μετασχηματίζουν την αμμωνία σε νιτρώδη (Pell *et al.*, 1998).

5.3.4 Επιπτώσεις στην υδρόβια βιοποικιλότητα

Τα υδάτινα οικοσυστήματα υφίστανται σημαντικές ζημιές λόγω της παρασυρόμενων φυτοφαρμάκων στις λίμνες και τα ποτάμια (Forson and Storfer, 2006; Rohr *et al.*, 2008).

Τα φυτοφάρμακα μεταφέρονται στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, είτε δια μέσου της απορροής και της έκπλυσης, είτε με την απευθείας εφαρμογή τους σε επιφανειακά ύδατα

(π.χ. έλεγχο των κουνουπιών κ.τ.λ.). Τα μολυσμένα με φυτοφάρμακα ύδατα αποτελούν μεγάλη απειλή για την υδρόβια μορφή ζωής. Μπορούν να επηρεάσουν τα υδρόβια φυτά, να μειώσουν το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό και να προκαλέσουν φυσιολογικές και συμπεριφορικές αλλαγές στους πληθυσμούς των ψαριών. Σε αρκετές μελέτες, εντομοκτόνα που εφαρμόζονται για την προστασία του γκαζόν, έχουν βρεθεί σε επιφανειακά νερά, όπως λίμνες και ποτάμια (Mahmood *et al.*, 2016).

Με την υπερβολική χρήση των φυτοφαρμάκων, έχει παρατηρηθεί μείωση των πληθυσμών διαφορετικών ειδών ψαριών (Scholz *et al.*, 2012).

Έχουν καταγραφεί παγκοσμίως αρκετές περιπτώσεις δηλητηρίασης σε δελφίνια από φυτοφάρμακα. Λόγω του ότι βρίσκονται υψηλά στην τροφική αλυσίδα και των σχετικά χαμηλών ενζυμικών διεργασιών μεταβολισμού των φυτοφαρμάκων, τα υδρόβια θηλαστικά (όπως και τα δελφίνια), έχουν την τάση να συσσωρεύουν αυξημένες συγκεντρώσεις έμμονων οργανικών ρύπων (Tanabe *et al.*, 1988).

Τα υδρόβια ζώα εκτίθενται στα φυτοφάρμακα με τρεις τρόπους (Helfrich *et al.*, 2009):

- μέσω του δέρματος: άμεση απορρόφηση μέσω του δέρματος
- μέσω της αναπνοής: πρόσληψη μέσω των βραγχίων κατά την αναπνοή
- μέσω του στόματος: είσοδος μέσω της κατανάλωσης μολυσμένου νερού

Περίπου το 80% του διαλυμένου οξυγόνου παρέχεται από τα υδρόβια φυτά και είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της υδρόβιας ζωής. Η θανάτωση των υδρόβιων φυτών από τα ζιζανιοκτόνα οδηγεί σε δραστικά χαμηλά επίπεδα O₂ όπου και οδηγεί σε ασφυξία και μειωμένη παραγωγικότητα των ψαριών (Helfrich *et al.*, 2009).

Γενικά, στα επιφανειακά ύδατα τα επίπεδα των φυτοφαρμάκων είναι πολύ υψηλότερα σε σχέση με τα υπόγεια ύδατα, πιθανώς λόγω της επιφανειακής απορροής από τις καλλιεργήσιμες εκτάσεις και από τον διασκορπισμό του ψεκαστικού υγρού (Mahmood *et al.*, 2016).

Κεφάλαιο 6: Νομοθετικό πλαίσιο για τα φυτοφάρμακα

Η χρήση των φυτοφαρμάκων, όπως είναι γνωστό, αποφέρει σημαντικά οφέλη στους αγρότες, καθώς τα χρησιμοποιούν για να προστατέψουν τις καλλιέργειες τους από ασθένειες και έντομα και να περιορίσουν την εξάπλωση των ζιζανίων, ώστε να διατηρήσουν ή και να βελτιώσουν την αποδοτικότητά τους.

Τα φυτοφάρμακα μπορούν να επηρεάζουν ευρέως πολλές πτυχές της ζωής. Οι κύριοι λόγοι που οι κυβερνήσεις νομοθετούν μέτρα για τη χρήση των φυτοφαρμάκων είναι η προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος από κινδύνους που σχετίζονται με αυτά. Αυτό περιλαμβάνει την προστασία των χρηστών των φυτοφαρμάκων, των καταναλωτών, του κοινού, των καλλιεργειών, των ζώων, της άγριας ζωής, των υδάτινων συστημάτων κ.λπ. Άλλοι σημαντικοί στόχοι περιλαμβάνουν τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των φυτοπροστατευτικών προϊόντων για την προτεινόμενη χρήση τους και τη διασφάλιση μιας δίκαιης αγοράς για τους κατασκευαστές, τους εισαγωγείς και τους διανομείς αυτών των προϊόντων (FAO and WHO, 2015).

Η νομοθεσία είναι ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούν οι χώρες για την επίτευξη αυτών των στόχων, ρυθμίζοντας την παραγωγή, την εισαγωγή, τη μεταφορά, την αποθήκευση, την πώληση, τη χρήση και τη διάθεση των φυτοφαρμάκων (FAO and WHO, 2015).

6.1 Νομοθετικό πλαίσιο για την ποιότητα του πόσιμου νερού

6.1.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Εκτιμώντας, ότι διαρκώς η ποιότητα του πόσιμου νερού υποβαθμίζεται και κρίνοντας αναγκαίο την προστασία της δημόσιας υγείας, εκδίδεται το 1975 η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 75/440/ΕΟΚ που αφορά την *«απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού στα Κράτη μέλη»* (ΕΚΟ, 1975).

Το 1980 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 80/778/ΕΟΚ που αφορά την *«ποιότητα του πόσιμου νερού»* (ΕΚΟ, 1980).

Το 1998 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 98/83/ΕΚ που αφορά την *«ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση»*, η οποία τροποποιείται το 2015 σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2015/1787 (ΕΚΟ, 1998; ΕΟ, 2015).

Επίσης, το 2000 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2000/60/ΕΚ που αφορά τη «θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων», με τον ευρέως διαδεδομένο όρο Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά (ΕΟ, 2000).

Σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων, με σκοπό:

- να αποτρέπει την περαιτέρω επιδείνωση, να προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των αμέσως εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υγροτόπων σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό
- να προωθεί τη βιώσιμη χρήση του νερού βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων
- να αποσκοπεί στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προοδευτική μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και με την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας
- να διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και να αποτρέπει την περαιτέρω μόλυνσή τους και
- να συμβάλλει στο μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.

Με αυτό τον τρόπο να συμβάλλει:

- στην εξασφάλιση επαρκούς παροχής επιφανειακού και υπόγειου νερού καλής ποιότητας που απαιτείται για τη βιώσιμη, ισόρροπη και δίκαιη χρήση ύδατος
- σε σημαντική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων
- στην προστασία των χωρικών και θαλάσσιων υδάτων και
- στην επίτευξη των στόχων των σχετικών διεθνών συμφωνιών, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που αποσκοπούν στην πρόληψη και την εξάλειψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

6.1.2 Ελληνική νομοθεσία

Στην Ελλάδα η πρώτη νομοθετική πράξη για την προστασία των υδάτινων πόρων ήταν η Υπουργική Απόφαση Γ3α/761/1968 (ΦΕΚ 189/Β'/10.4.1968) του 1968 που αφορούσε την «*ποιότητα του πόσιμου ύδατος*» και τροποποιείται το 1974 με την Υπουργική Απόφαση Γ4/1722/1974 (ΦΕΚ 988/Β'/7.10.1974) (ΥΑ, 1968; ΥΑ, 1974).

Το 1986 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση Α5/288/1986 (ΦΕΚ 53/Β'/20.2.1986) που αφορά την «*ποιότητα του πόσιμου νερού*», σε συμμόρφωση προς την Κοινοτική Οδηγία 80/778/ΕΟΚ (ΚΥΑ, 1986).

Το 2001 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β'/11.7.2001) που αφορά την «*ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης*», σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 98/83/ΕΚ και τροποποιείται το 2007 με την Κοινή Υπουργική Απόφαση ΔΥΓ2/Γ.Π.οικ.38295/2007 (ΦΕΚ 630/Β'/26.4.2007) (ΚΥΑ, 2001c; ΚΥΑ, 2007).

Το 2003 εκδίδεται ο Ν. 3199/2003 που αφορά την «*προστασία και τη διαχείριση των υδάτων*», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2000/60/ΕΚ (Νόμος, 2003b).

Τέλος, το 2007 εκδίδεται το Προεδρικό Διάταγμα 51/2007 (ΦΕΚ 54/Α'/8.3.2007) που αφορά τον «*καθορισμό των μέτρων και των διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων*» (ΠΔ, 2007).

6.2 Νομοθετικό πλαίσιο για τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων στα τρόφιμα

6.2.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) όλα τα τρόφιμα που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση ή για ζωοτροφές υπόκεινται σε ανώτατο όριο καταλοίπων φυτοφαρμάκων στη σύνθεσή τους με στόχο την προστασία της υγείας του ανθρώπου και των ζώων. Η νομοθεσία της ΕΕ ρυθμίζει τα όρια που ισχύουν για διάφορα διατροφικά προϊόντα και προβλέπει ένα προκαθορισμένο μέγιστο όριο (ΕΕ, 2015).

Οι Κανονισμοί και οι Οδηγίες της ΕΕ καθορίζουν τις μέγιστες ποσότητες καταλοίπων φυτοφαρμάκων που επιτρέπεται να υπάρχουν σε προϊόντα ζωικής ή φυτικής προέλευσης που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο ή για ζωοτροφές. Αυτά τα ανώτατα όρια καταλοίπων (ΑΟΚ) που καθορίζει η Ευρωπαϊκή Επιτροπή περιλαμβάνουν:

- ειδικά ΑΟΚ για συγκεκριμένα τρόφιμα που προορίζονται για κατανάλωση από τον άνθρωπο και για ζωοτροφές και
- ένα γενικό όριο που ισχύει στις περιπτώσεις που δεν έχει καθοριστεί ειδικό ΑΟΚ («συμβατικό όριο» των 0,01mg/kg) (ΕΕ, 2015).

Η πρώτη προσπάθεια έγινε το 1976 με την έκδοση της Ευρωπαϊκής Κοινοτικής Οδηγίας 76/895/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων εντός και επί των οπωροκηπευτικών»* (ΕΚΟ, 1976).

Το 1986 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 86/362/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων εντός και επί των σιτηρών»* (ΕΚΟ, 1986).

Το 1990 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 90/642/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων επάνω ή μέσα σε ορισμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών»* (ΕΚΟ, 1990).

Το 2006 εκδίδεται ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 396/2005 που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων μέσα ή πάνω σε τρόφιμα και ζωοτροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης»*, ο οποίος τροποποιείται από τους Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς 178/2006 το 2006, 149/2008, 839/2008 και 299/2008 το 2008, 750/2010 και 600/2010 το 2010, 212/2013 το 2013, 752/2014 το 2014 και 2018/62 το 2018 (ΕΚ, 2005; ΕΚ, 2006; ΕΚ, 2008a; ΕΚ, 2008b; ΕΚ, 2008c; ΕΚ, 2010a; ΕΚ, 2010b; ΕΚ, 2013; ΕΚ, 2014; ΕΚ, 2018).

Επίσης, εκδίδονται οι Ευρωπαϊκές Συστάσεις 2000/43/ΕΚ το 2000 για την συντονισμένη επίβλεψη του κοινοτικού προγράμματος για το έτος 2000 και 2002/663/ΕΚ το 2002 για την συντονισμένη επίβλεψη του κοινοτικού προγράμματος για το έτος 2003, με σκοπό να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης (ΕΣ, 2000; ΕΣ, 2002).

Το 2003 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Σύσταση της Εποπτεύουσας Αρχής της ΕΖΕΣ 97/03/COL για το συντονισμένο πρόγραμμα παρακολούθησης κατά το 2003 με τον ίδιο σκοπό (ΕΣ, 2003).

Το 2009 εκδίδεται ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 901/2009 που αφορά ένα συντονισμένο πολυετές κοινοτικό πρόγραμμα ελέγχου για το 2010, 2011 και 2012 και ο 915/2010 το 2010 που αφορά ένα συντονισμένο πολυετές κοινοτικό πρόγραμμα ελέγχου για το 2011, 2012 και 2013 (ΕΚ, 2009c; ΕΚ, 2010c).

Τέλος, εκδίδονται οι Ευρωπαϊκοί Εκτελεστικοί Κανονισμοί 788/2012 το 2012, 400/2014 το 2014, 2015/595 το 2015, 2016/662 το 2016, 2018/555 το 2018 και 2019/533 το 2019, που αφορούν ένα συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη από το 2013 έως το 2022 (ΕΕΚ, 2012; ΕΕΚ, 2014; ΕΕΚ, 2015; ΕΕΚ, 2016; ΕΕΚ, 2018; ΕΕΚ, 2019).

6.2.2 Ελληνική νομοθεσία

Στην Ελλάδα η πρώτη προσπάθεια για τον καθορισμό των ΑΟΚ έγινε το 1984 με την έκδοση της Κοινής Υπουργικής Απόφασης 300481/1984 (Β' 724) που αφορά στον καθορισμό της *«μέγιστης περιεκτικότητας για τα κατάλοιπα των φυτοφαρμάκων επί και εντός των οπωροκηπευτικών»*, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 76/895/ΕΟΚ (ΚΥΑ, 1984).

Το 1988 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 290341/1988 (Β' 560) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ανεκτών ορίων των υπολειμμάτων των γεωργικών φαρμάκων στα σιτηρά που προορίζονται για ανθρώπινη διατροφή»*, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/362/ΕΟΚ (ΚΥΑ, 1988).

Το 1995 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 352654/1995 (Β' 518) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων επιπέδων καταλοίπων φυτοφαρμάκων εντός και σε ορισμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών»*, σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 90/642/ΕΟΚ, 93/58/ΕΟΚ, 94/30/ΕΟΚ και 85/591/ΕΟΚ. Το ίδιο έτος εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 352612/1995 (Β' 503) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επάνω και μέσα στα οπωροκηπευτικά»* (τροποποίηση του παραρτήματος της 300481/28.11.94 Υπουργικής Απόφασης), σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/58/ΕΟΚ (ΚΥΑ, 1995; ΚΥΑ, 1995).

Επίσης, το 2000 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 110617/2000 (Β' 1613) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης»*, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 1999/71/ΕΚ της Επιτροπής (ΚΥΑ, 2000).

Το 2001 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 100865/2001 (Β' 1076) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης»*, σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2000/82/ΕΚ της Επιτροπής. Το ίδιο έτος εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 91496/2001 (Β' 432) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων (MRLs) φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης»*, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 2000/42/ΕΚ της Επιτροπής (ΚΥΑ, 2001a; ΚΥΑ, 2001b).

Το 2003 εκδίδονται οι Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 91924/2003 (Β' 115) σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/42/ΕΚ, 91973/2003 (Β' 123) σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/76/ΕΚ, 91927/2003 (Β' 115) σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/66/ΕΚ και 91926/2003 (Β' 115) σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/71/ΕΚ που αφορούν στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης»* (ΚΥΑ, 2003a; ΚΥΑ, 2003b; ΚΥΑ, 2003c; ΚΥΑ, 2003d).

Το 2004 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 92083/2004 (Β' 247) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης»*, σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2003/60/ΕΚ της Επιτροπής (ΚΥΑ, 2004).

Τέλος, το 2005 εκδίδεται η Κοινή Υπουργική Απόφαση 120981/2005 (Β' 326) που αφορά στον καθορισμό των *«ανώτατων ορίων υπολειμμάτων, επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης, ορισμένων φυτοφαρμάκων των απαγορεύτηκε η χρήση στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα»*, σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2004/61/ΕΚ της Επιτροπής (ΚΥΑ, 2005).

6.3 Νομοθετικό πλαίσιο εμπορίας και διάθεσης φυτοφαρμάκων στην αγορά

6.3.1 Ευρωπαϊκή νομοθεσία

Η ταξινόμηση, η συσκευασία και η επισήμανση των επικίνδυνων ουσιών αποτέλεσαν αντικείμενο εναρμόνισης από το 1967, όπου και εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 67/548/ΕΟΚ που αφορά την *«προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν στην ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών»*, με στόχο να διασφαλιστεί η προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος από τους

κινδύνους που ενέχουν αυτά τα προϊόντα, καθώς και η διασφάλιση της ελεύθερης κυκλοφορίας των εν λόγω προϊόντων (ΕΚΟ, 1967).

Το 1978 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 78/631/ΕΟΚ που αφορά την *«προσέγγιση των νομοθεσιών των Κρατών-μελών που αφορούν την ταξινόμηση, τη συσκευασία και την επισήμανση των επικίνδυνων παρασκευασμάτων (γεωργικών φαρμάκων)»* (ΕΚΟ, 1978).

Το 1991 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 91/414/ΕΟΚ που αφορά τη *«διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων»*, η οποία τροποποιείται το 2001 με την έκδοση της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2001/36/ΕΚ και καταργείται το 2009 με την έκδοση του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 1107/2009 (ΕΚΟ, 1991; ΕΟ, 2001; ΕΚ, 2009α).

Το 2003 εκδίδεται η Ευρωπαϊκή Απόφαση 2003/106/ΕΚ (ή σύμβαση του Ρότερνταμ) που αφορά τη *«διαδικασία συναίνεσης μετά από ενημέρωση όσον αφορά ορισμένα επικίνδυνα χημικά προϊόντα και τα φυτοφάρμακα»*, με σκοπό να *«προάγει τον επιμερισμό της ευθύνης και τις προσπάθειες συνεργασίας μεταξύ των μερών στο διεθνές εμπόριο ορισμένων επικίνδυνων χημικών προϊόντων για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον από δυνητική βλάβη και να συνεισφέρει στην περιβαλλοντικώς σωστή χρήση τους, διευκολύνοντας την ανταλλαγή πληροφοριών σχετικά με τα χαρακτηριστικά τους, προβλέποντας μια εθνική διαδικασία λήψης αποφάσεων για την εισαγωγή και εξαγωγή τους και διανέμοντας τις αποφάσεις αυτές στα μέρη»* (ΕΑ, 2003).

Το 2009 εκδίδεται ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 1107/2009 που αφορά τη *«διάθεση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά»*, ο οποίος *«θεσπίζει κανόνες για την αδειοδότηση φυτοπροστατευτικών προϊόντων υπό εμπορική μορφή καθώς και για τη διάθεσή τους στην αγορά, τη χρήση τους και τον έλεγχό τους μέσα στην Κοινότητα»* (ΕΚ, 2009α).

Τέλος, το 2009 εκδίδεται ο Ευρωπαϊκός Κανονισμός 1185/2009 που αφορά τις *«στατιστικές των γεωργικών φαρμάκων»*, ο οποίος *«θεσπίζει κοινό πλαίσιο για τη συστηματική παραγωγή κοινοτικών στατιστικών σχετικά με τη διάθεση στην αγορά και τη χρήση γεωργικών φαρμάκων που αποτελούν φυτοπροστατευτικά προϊόντα, που είναι σημαντικές για την ανάπτυξη και την παρακολούθηση της κοινοτικής νομοθεσίας και των κοινοτικών πολιτικών στο πλαίσιο της θεματικής στρατηγικής για την αειφόρο χρήση των φυτοφαρμάκων»* και τροποποιείται το 2017 με την έκδοση της Ευρωπαϊκού Κανονισμού 2017/269 που αφορά τις *«στατιστικές για τα γεωργικά φάρμακα, όσον αφορά τον κατάλογο των δραστικών ουσιών»* (ΕΚ, 2009b; ΕΚ, 2017).

6.3.2 Ελληνική νομοθεσία

Στην Ελλάδα το 1973 εκδίδεται το Νομοθετικό Διάταγμα 220/1973 (ΦΕΚ 272/Α'/5.10.1973) που αφορά την «εμπορία γεωργικών και κτηνιατρικών φαρμάκων», το οποίο τροποποιείται το 1997 με την έκδοση του Ν. 2538/1997 (ΦΕΚ 242/Α'/1.12.1997) (ΝΔ, 1973; Νόμος, 1997).

Το 1977 εκδίδεται ο Ν. 721/1977 (ΦΕΚ 298/Α'/7.10.1977) που αφορά την «έγκριση κυκλοφορίας και ελέγχου των γεωργικών φαρμάκων» (Νόμος, 1977).

Το 1986 εκδίδεται η Υπουργική Απόφαση με ΦΕΚ 587/Β'/17.9.1986 που αφορά την «τοξικολογική κατάταξη, την συσκευασία και την σήμανση των γεωργικών φαρμάκων» σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 78/631/ΕΟΚ (ΥΑ, 1986).

Το 1988 εκδίδεται η Υπουργική Απόφαση 83345/1988 (ΦΕΚ 599/Β'/24.8.1988) που αφορά την «ετικέτα των γεωργικών φαρμάκων, τον καθορισμό και την τυποποίηση σήμανσης προφυλάξεων και διάταξης» (ΥΑ, 1988).

Το 1997 εκδίδεται το Προεδρικό Διάταγμα 115/1997 (ΦΕΚ 104/Α'/30.5.1997) που αφορά «την έγκριση, την διάθεση στην αγορά και τον έλεγχο των φυτοπροστατευτικών προϊόντων», σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 91/414/ΕΟΚ και το οποίο τροποποιείται το 2002 με την έκδοση της Υπουργικής Απόφασης 89648/2002 (ΦΕΚ 241/Β'/28.2.2002), σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/36/ΕΚ (ΠΔ, 1997; ΥΑ, 2002).

Το 2003 εκδίδεται ο Ν. 3176/2003 (ΦΕΚ 208/Α'/29.8.2003) που αφορά την «κύρωση της Σύμβασης του Ρότερνταμ περί διαδικασίας συναίνεσης μετά από ενημέρωση για ορισμένα επικίνδυνα χημικά προϊόντα και προϊόντα φυτοπροστασίας στο διεθνές εμπόριο», σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Απόφαση 2003/106/ΕΚ (Νόμος, 2003α).

Το 2012 εκδίδεται το Προεδρικό Διάταγμα 2/2012 (ΦΕΚ 2/Α'/13.1.2012) που αφορά τον «καθορισμό των απαιτούμενων προσόντων και προϋποθέσεων φυσικών και νομικών προσώπων για την εμπορία φυτοπροστατευτικών προϊόντων» (ΠΔ, 2012).

Το ίδιο έτος εκδίδεται ο Ν. 4036/2012 (ΦΕΚ 8/Α'/27.01.2012) που αφορά την «διάθεση των γεωργικών φαρμάκων στην αγορά και την ορθολογική χρήση αυτών» (Νόμος, 2012).

Το 2013 εκδίδεται η Υπουργική Απόφαση 240/2457/2013 (ΦΕΚ 88/Β'/21.1.2013) που αφορά τις «εθνικές απαιτήσεις κατά την αξιολόγηση για έγκριση φυτοπροστατευτικών προϊόντων», βάση του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 1107/2009 (ΥΑ, 2013).

Τέλος, το 2013 εκδίδεται το Προεδρικό Διάταγμα 159/2013 (ΦΕΚ 251/Α΄/18.11.2013) που αφορά τους «*όρους και τις προϋποθέσεις για την αναγγελία έναρξης άσκησης εμπορίας και τη λειτουργία καταστημάτων εμπορίας γεωργικών φαρμάκων*» (ΠΔ, 2013).

Επίλογος

Στις εντατικές θερμοκηπιακές καλλιέργειες καλλωπιστικών και λαχανοκομικών φυτών, η απολύμανση του εδάφους είναι μια σημαντική διαδικασία για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων και ζιζανίων, όπου βασίζεται κυρίως στις χημικές μεθόδους απολύμανσης.

Η χημική απολύμανση του εδάφους περιλαμβάνει απολυμαντικά με ευρύ ή περιορισμένο φάσμα δράσης ή ήπια απολυμαντικά, τα οποία καταστρέφουν τα φυτοπαθογόνα αλλά και τους φυσικούς εχθρούς και ανταγωνιστές έναντι των φυτοπαθογόνων, δημιουργώντας «βιολογικό κενό».

Ο σύγχρονος αγρότης – παραγωγός στην σημερινή εποχή διαθέτει πολλά μέσα και τεχνικές για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων. Σημαντική προϋπόθεση για την εφαρμογή της κατάλληλης μεθόδου απολύμανσης και καλλιεργητικής πρακτικής είναι η γνώση του/των παθογόνου/νων που βρίσκονται στο έδαφος, ώστε να περιοριστούν χωρίς να διαταραχθεί σημαντικά το εδαφικό σύστημα.

Σημαντική είναι και η ανάπτυξη καινοτόμων μεθόδων για την αντιμετώπιση των εδαφογενών παθογόνων και των ζιζανίων. Μια τέτοια μέθοδος είναι και η χρήση φυτοπροστατευτικών μικροοργανισμών στις καλλιέργειες, αυξάνοντας την ανθεκτικότητα των φυτών έναντι στα εδαφογενή φυτοπαθογόνα ενεργοποιώντας τους μηχανισμούς άμυνας τους, η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει μια φιλική προς το περιβάλλον μέθοδο αντιμετώπισης των παθογόνων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιθυμώντας την μείωση των χημικών απολυμαντικών του εδάφους και κατ' επέκταση και των φυτοφαρμάκων, συμπληρώνει το ήδη υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο για τα φυτοπροστατευτικά προϊόντα με ακόμα πιο αυστηρούς Νόμους – Κανόνες για την μείωση της χρήσης αυτών και την μείωση των ΑΟΚ στα τρόφιμα, προστατεύοντας τους χρήστες, τους καταναλωτές και το περιβάλλον.

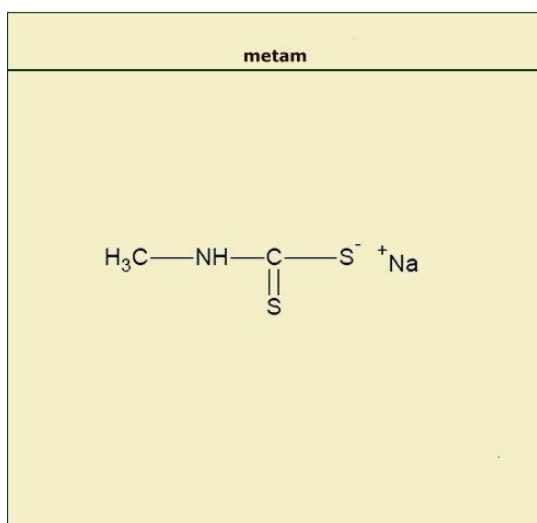
Συνεπώς, η καταπολέμηση των εδαφογενών παθογόνων και των ζιζανίων μπορεί να γίνει με πιο αποτελεσματικό και πιο φιλικό τρόπο προς το περιβάλλον, όταν γίνεται με τον βέλτιστο συνδυασμό μεθόδων και πρακτικών. Ο συνδυασμός της μεθόδου της ηλιοαπολύμανσης με ήπια χημικά απολυμαντικά (ασβεστούχος κυαναμίδη), καθώς και η χρήση ανθεκτικών ποικιλιών συνδυασμένα με τις κατάλληλες καλλιεργητικές πρακτικές μπορούν να αντιμετωπίσουν αποτελεσματικά τα εδαφογενή παθογόνα και τα ζιζάνια.

Παράρτημα Α

Metham (metam) sodium (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος: $\text{C}_2\text{H}_4\text{NNaS}_2$

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου: Ζιζανιοκτόνο, μυκητοκτόνο, νηματωδοκτόνο, εντομοκτόνο

Χημική ομάδα: Καρβαμικό (carbamate)

Μοριακό βάρος: 129,19

Χημική ονομασία κατά IUPAC: sodium N-methyldithiocarbamate

Εμφάνιση: Λευκή κρυσταλλική σκόνη

Εμπορικά σκευάσματα: Laisol 40 SL, Nemasol 51 SL, Raisan 51 SL, Vapam forte 51 SL, Scorcher 51 SL, Sodam 51 SL, Fumasol 51 SL, Sodam K 69 SL

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C: 578.290 mg/l (υψηλή)

Σημείο τήξεως: 88,5 °C

Σημείο ζέσεως: Αποικοδομείται πριν από το βρασμό

Σημείο ανάφλεξης: 97 °C

Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C: $P: 1,23 \times 10^{-03}$

logP: -2,91 (χαμηλό)

Τάση ατμών στους 20 °C: 57,5 mPa (πολύ ευμετάβλητο)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):

DT₅₀ (τυπικό): 7 ημέρες (μη ανθεκτικό)

DT₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 0,01 ημέρες (μη ανθεκτικό)

DT₅₀ (πεδίο): 7 ημέρες (μη ανθεκτικό)

Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	0,05 ημέρες (γρήγορη)
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	2,2 ημέρες (μη ανθεκτικό)

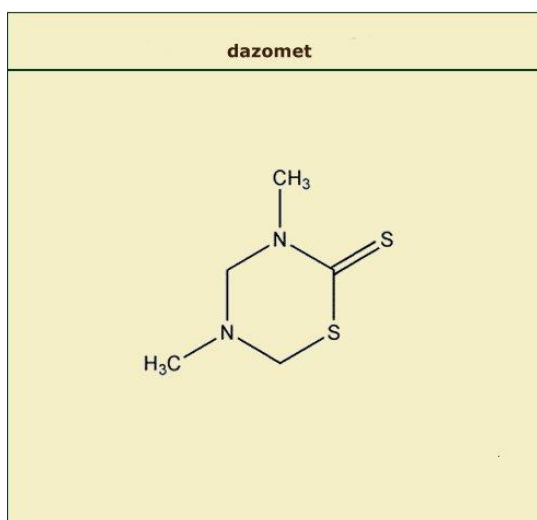
Οικοτοξικότητα

Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 0,03 l/kg (χαμηλός)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): 896 mg/kg (μέτρια τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): 211 mg/kg (μέτρια τοξικό) Ψάρια (<i>Lepomis macrochirus</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): >0,175 mg/l (μέτρια τοξικό) Φύκη (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): 1,08 mg/l (μέτρια τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): >36,2 µg/μέλισσα (μέτρια τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: ενδεχομένως να προκαλεί Νευροτοξικότητα: δεν προκαλεί Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και δεν είναι ερεθιστικό για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: επιδρά Ανθρώπινη υγεία: πιθανά τοξικό για το ήπαρ και το ουροποιητικό σύστημα
Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):	Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: 0,02-0,15 mg/kg Πόσιμο νερό: -

Dazomet (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος:	C ₅ H ₁₀ N ₂ S ₂
Γενικά χαρακτηριστικά	
Τύπος φυτοφάρμακου:	Εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο, ζιζανιοκτόνο, υποκαπνιστικό
Χημική ομάδα:	Διθειοκαρβαμικό (dithiocarbamate)
Μοριακό βάρος:	162,3
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	3,5-dimethyl-1,3,5-thiadiazinane-2-thione
Εμφάνιση:	Άχρωμοι κρύσταλλοι
Εμπορικά σκευάσματα:	Basamid MG
Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου	
Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C:	3.500 mg/l (υψηλή)
Σημείο τήξεως:	105 °C
Σημείο ζέσεως:	Αποικοδομείται πριν από το βρασμό
Σημείο ανάφλεξης:	Δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: 4,27 x 10 ⁰⁰ logP: 0,63 (χαμηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C	1,1 mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)
Αποδόμηση	
Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): 0,52 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 0,52 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (πεδίο): 1,2 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	0,35 ημέρες (γρήγορη)
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	0,2 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Οικοτοξικότητα	
Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 3,1 l/kg (χαμηλός)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): 3,1 mg/kg (χαμηλά τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): >415 mg/kg (μέτρια τοξικό) Ψάρια (<i>Lepomis macrochirus</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): 0,3 mg/l (μέτρια τοξικό) Φύκη (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): 0,275 mg/l (μέτρια τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): >50 µg/μέλισσα (μέτρια τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: δεν προκαλεί Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια

Παραδείγματα Ανώτατων
Ορίων Συγκέντρωσης -
Ευρώπη (MRLs):

Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: ενδεχομένως να
επιδρά

Ανθρώπινη υγεία: πιθανά τοξικό για το ήπαρ

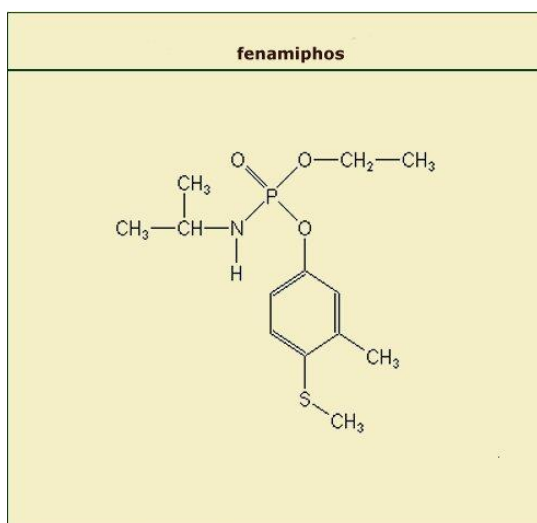
Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί:
0,02-0,15 mg/kg

Πόσιμο νερό: -

Fenamiphos (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος: C₁₃H₂₂NO₃PS

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου:	Νηματωδοκτόνο
Χημική ομάδα:	Οργανοφωσφορικό (organophosphate)
Μοριακό βάρος:	303,36
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	(RS)-(ethyl 4-methylthio-m-tolyl isopropylphosphoramidate)
Εμφάνιση:	Άχρωμοι κρύσταλλοι
Εμπορικά σκευάσματα:	Nemacur 40 EC, Nemacur 240 CS

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C:	345 mg/l (μέτρια)
Σημείο τήξεως:	46 °C
Σημείο ζέσεως:	Αποικοδομείται πριν από το βρασμό
Σημείο ανάφλεξης:	Δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: 2,00 X 10 ⁰³ logP: 3,3 (υψηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C	0,067 mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)

Αποδόμηση

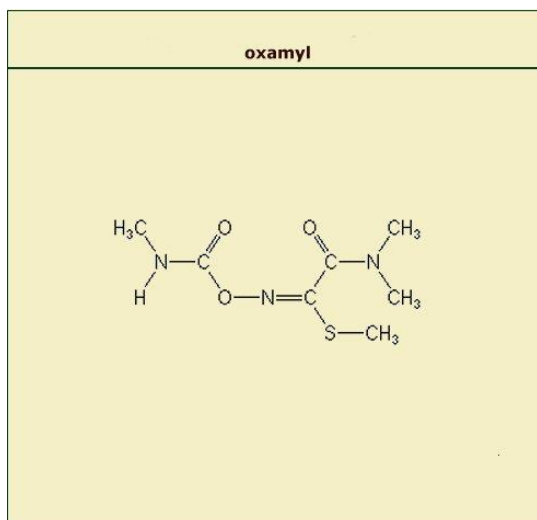
Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): 0,9 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 0,9 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (πεδίο): 1,8 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	0,2 ημέρες (γρήγορη)
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	304 ημέρες (επίμονο)
Οικοτοξικότητα	
Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 110 l/kg (όριο ανησυχίας)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): >6.0 mg/kg (υψηλά τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): 0,8 mg/kg (υψηλά τοξικό) Ψάρια (<i>Oncorhynchus mykiss</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): 0,0093 mg/l (υψηλά τοξικό) Φύκη (<i>Scenedemus subspicatus</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): 3,8 mg/l (μέτρια τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): 0,28 μg/μέλισσα (υψηλά τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: προκαλεί Δεν είναι ερεθιστικό για το δέρμα και είναι ερεθιστικό για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: επιδρά Ανθρώπινη υγεία: είναι τοξικό όταν εισπνευθεί
Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):	Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: 0,02-0,04 mg/kg Πόσιμο νερό: -



Oxamyl (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος: $C_7H_{13}N_3O_3S$

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου: Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο, νηματωδοκτόνο
Χημική ομάδα: Καρβαμικό (carbamate)
Μοριακό βάρος: 219,26
Χημική ονομασία κατά IUPAC: (EZ)-N,N-dimethyl-2-methylcarbamoyloxyimino-2-(methylthio)acetamide
Εμφάνιση: Άχρωμη ή λευκή κρυσταλλική σκόνη
Vydate 5 G, Vydate 10 G, Vydate max GR, Vydate 10 SL, Olredy 10 SL, Afromyl 10 SL, Oxamyl ascenza 10 SL, Nemadate 10 SL, Nematyl 10 SL, Vitelent 10 SL

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C: 148.100 mg/l (υψηλή)
Σημείο τήξεως: 98,5 °C
Σημείο ζέσεως: Αποικοδομείται πριν από το βρασμό
Σημείο ανάφλεξης: 57,4 °C
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C: P: $3,63 \times 10^{-01}$
logP: -0,44 (χαμηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C: 0,018 mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια): DT₅₀ (τυπικό): 5,3 ημέρες (μη ανθεκτικό)
DT₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 5,3 ημέρες (μη ανθεκτικό)
DT₅₀ (πεδίο): 6 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT₅₀: 3,5 ημέρες (μέτρια γρήγορη)

Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT₅₀:

21,1 ημέρες (μη ανθεκτικό)

Οικοτοξικότητα

Συντελεστής

βιοσυγκέντρωσης:

BCF: 2 l/kg (χαμηλός)

Οξεία τοξικότητα:

Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD₅₀): 2,5 mg/kg (υψηλά τοξικό)

Πτηνά (*Anas platyrhynchos* - οξεία τοξικότητα LD₅₀): 3,16 mg/kg (υψηλά τοξικό)

Ψάρια (*Oncorhynchus mykiss* - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD₅₀): 3,13 mg/l (μέτρια τοξικό)

Φύκη (*Pseudokirchneriella subcapitata* - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC₅₀): 0,93 mg/l (μέτρια τοξικό)

Μέλισσες (*Apis mellifera* - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD₅₀): 0,47 μg/μέλισσα (υψηλά τοξικό)

Χρόνια τοξικότητα:

Καρκινογένεση: δεν προκαλεί

Νευροτοξικότητα: προκαλεί

Δεν είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια

Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: δεν επιδρά

Ανθρώπινη υγεία: είναι επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης

Παραδείγματα Ανώτατων

Ορίων Συγκέντρωσης -

Ευρώπη (MRLs):

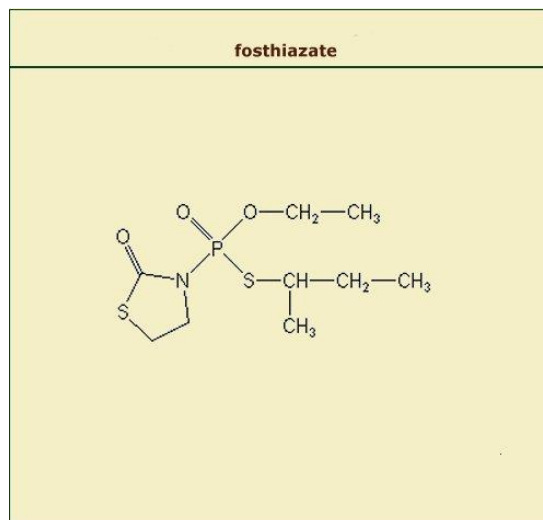
Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: 0,01-0,02 mg/kg

Πόσιμο νερό: -

Fosthiazate (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος:

C₉H₁₈NO₃PS₂

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου:	Εντομοκτόνο, νηματωδοκτόνο
Χημική ομάδα:	Οργανοφωσφορικό (organophosphate)
Μοριακό βάρος:	283,35
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	(RS)-[S-(RS)-sec-butyl O-ethyl 2-oxo-1,3-thiazolidin-3-yl]phosphonothioate]
Εμφάνιση:	Ανοιχτό κίτρινο υγρό
Εμπορικά σκευάσματα:	Nemathorin 150 EC, Nemathorin 10 G

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C:	9.000 mg/l (υψηλή)
Σημείο τήξεως:	-
Σημείο ζέσεως:	198 °C
Σημείο ανάφλεξης:	Δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: 4,79 x 10 ⁰¹ logP: 1,68 (χαμηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C	0,56 mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): 13 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 53 ημέρες (μέτρια επίμονο) DT ₅₀ (πεδίο): 13 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	Σταθερή
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	104 ημέρες (επίμονο)

Οικοτοξικότητα

Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 3,2 l/kg (χαμηλός)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): 57 mg/kg (υψηλά τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): 10 mg/kg (υψηλά τοξικό) Ψάρια (<i>Oncorhynchus mykiss</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): 114 mg/l (χαμηλά τοξικό) Φύκη (<i>Anabaena flos-aquae</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): >4,51 mg/l (μέτρια τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): 0,256 μg/μέλισσα (υψηλά τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: ενδεχομένως να προκαλεί Ενδεχομένως να είναι ερεθιστικό για το δέρμα και είναι ερεθιστικό για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: ενδεχομένως να επιδρά Ανθρώπινη υγεία: -

Παραδείγματα Ανώτατων
Ορίων Συγκέντρωσης -
Ευρώπη (MRLs):

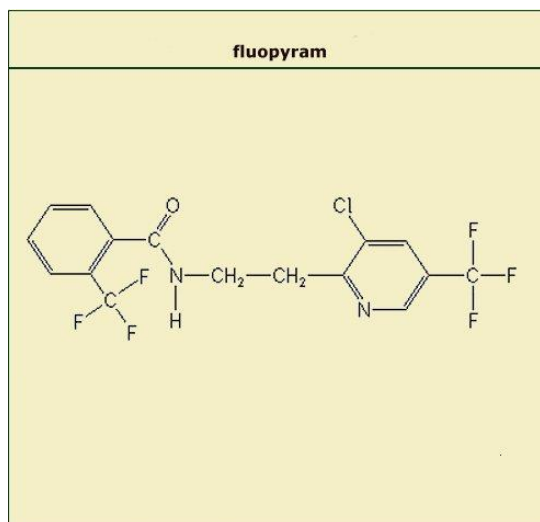
Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί:
0,02 mg/kg

Πόσιμο νερό: -

Fluopyram (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος:

C₁₆H₁₁ClF₆N₂O

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου: Μυκητοκτόνο, νηματωδοκτόνο
Χημική ομάδα: Βενζαμιδών, πυριμιδών (Benzamide, pyramide)
Μοριακό βάρος: 396,76
Χημική ονομασία κατά IUPAC: N-[2-[3-chloro-5-(trifluoromethyl)-2-pyridyl]ethyl]-α,α,α-trifluoro-ortho-toluamide
Εμφάνιση: -
Εμπορικά σκευάσματα: Velum prime SC

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C: 16 mg/l (χαμηλή)
Σημείο τήξεως: 117,5 °C
Σημείο ζέσεως: 318 °C
Σημείο ανάφλεξης: Δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C: P: 2 x 10⁰³
logP: 3,3 (υψηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C: 1,2 x 10⁻⁰³ mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια): DT₅₀ (τυπικό): 309 ημέρες (επίμονο)

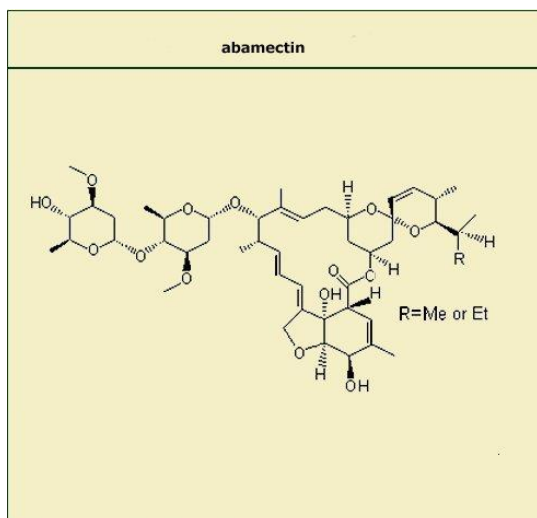
	DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 309 ημέρες (επίμονο)
	DT ₅₀ (πεδίο): 118,8 ημέρες (επίμονο)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	21 ημέρες (αργή)
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	Σταθερή
Οικοτοξικότητα	
Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 18 l/kg (χαμηλός)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): >2.000 mg/kg (χαμηλά τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): >2000 mg/kg (χαμηλά τοξικό) Ψάρια (<i>Coleonyx variegatus</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): >0,98 mg/l (μέτρια τοξικό) Φύκη (<i>Skeletonema costatum</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): >1,13 mg/l (μέτρια τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): >100 µg/μέλισσα (χαμηλά τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: ενδεχομένως να προκαλεί Δεν είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: ενδεχομένως να επιδρά Ανθρώπινη υγεία: πιθανά να είναι τοξικό για το ήπαρ, τον θυροειδή και το αίμα
Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):	Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: 0,01-70 mg/kg Πόσιμο νερό: -



Abamectin (πηγή: BPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος:

$C_{48}H_{72}O_{14} + C_{47}H_{70}O_{14}$

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου:

Εντομοκτόνο, ακαρεοκτόνο, νηματωδοκτόνο

Χημική ομάδα:

Παραγόμενο από μικροοργανισμό

Μοριακό βάρος:

866,6

Χημική ονομασία κατά IUPAC:

mixture of 80% (2aE,4E,8E)-
(5'S,6S,6'R,7S,11R,13S,15S,17aR,20R,20aR,20bS)-
6'-[(S)-sec-butyl]-
5',6,6',7,10,11,14,15,17a,20,20a,20b-dodecahydro-
20,20b-dihydroxy-5',6,8,19-tetramethyl-17-
oxospiro[11,15-methano-2H,13H,17H-furo[4,3,2-
pq][2,6]benzodioxacyclooctadecin-13,2'-
[2H]pyran]-7-yl 2,6-dideoxy-4-O-(2,6-dideoxy-3-
O-methyl-α-L-arabino-hexopyranosyl)-3-O-methyl-
α-L-arabino-hexopyranoside and 20% (2aE,4E,8E)-
(5'S,6S,6'R,7S,11R,13S,15S,17aR,20R,20aR,20bS)-
5',6,6',7,10,11,14,15,17a,20,20a,20b-dodecahydro-
20,20b-dihydroxy-6'-isopropyl-5',6,8,19-
tetramethyl-17-oxospiro[11,15-methano-
2H,13H,17H-furo[4,3,2-
pq][2,6]benzodioxacyclooctadecin-13,2'-
[2H]pyran]-7-yl 2,6-dideoxy-4-O-(2,6-dideoxy-3-
O-methyl-α-L-arabino-hexopyranosyl)-3-O-methyl-
α-L-arabino-hexopyranoside

Εμφάνιση:

Λεπτή λευκή σκόνη

Εμπορικά σκευάσματα:

Tervigo 020 SC

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους
20 °C:

0,020 mg/l (χαμηλή)

Σημείο τήξεως:

161,8 °C

Σημείο ζέσεως:

Αποικοδομείται πριν από το βρασμό

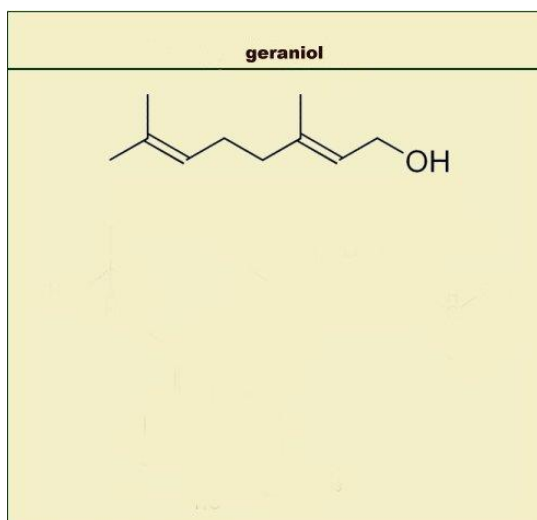
Σημείο ανάφλεξης:	Δεν είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: 2,51 x 10 ⁰⁴
	logP: 4,4 (υψηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C	0,0037 mPa (χαμηλή μεταβλητότητα)
Αποδόμηση	
Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): 25,3 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): 25,3 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT ₅₀ (πεδίο): 1 ημέρες (μη ανθεκτικό)
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	1,5 ημέρες (μέτρια γρήγορη)
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	Σταθερή
Οικοτοξικότητα	
Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: 69 l/kg (χαμηλός)
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): 8,7 mg/kg (υψηλά τοξικό) Πτηνά (<i>Anas platyrhynchos</i> - οξεία τοξικότητα LD ₅₀): 26 mg/kg (υψηλά τοξικό) Ψάρια (<i>Oncorhynchus mykiss</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): 0,0087 mg/l (υψηλά τοξικό) Φύκη (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): >1,59 mg/l (μέτρια τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): 0,001 μg/μέλισσα (υψηλά τοξικό) Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: προκαλεί Δεν είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: επιδρά Ανθρώπινη υγεία: πιθανά να είναι τοξικό για το ήπαρ, τον θυρεοειδή και το αίμα, ενδείξεις τερατογένεσης
Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):	Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: - Πόσιμο νερό: -



Geraniol (πηγή: BPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος: C₁₀H₁₈O

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου:	Μυκητοκτόνο, προσελκυστικό και απωθητικό εντόμων
Χημική ομάδα:	Παραγόμενο από φυτό
Μοριακό βάρος:	154,25
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	(E) 3,7-dimethyl-2,6-octadien-1-ol
Εμφάνιση:	Άχρωμο έως ωχροκίτρινο, διαυγές παχύρρευστο υγρό με λουλουδάτη μυρωδιά
Εμπορικά σκευάσματα:	Cedroz CS

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C:	572 mg/l (υψηλή)
Σημείο τήξεως:	50 °C
Σημείο ζέσεως:	230 °C
Σημείο ανάφλεξης:	96,5 °C
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: 6,46 x 10 ⁰³ logP: 3,81 (υψηλό)
Τάση ατμών στους 20 °C	4.600 mPa (πολύ ευμετάβλητο)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): - DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): - DT ₅₀ (πεδίο): -
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	-

Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT₅₀: -

Οικοτοξικότητα

Συντελεστής

βιοσυγκέντρωσης:

BCF: -

Οξεία τοξικότητα:

Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD₅₀): >4.000 mg/kg (χαμηλά τοξικό)

Πτηνά (*Colinus virginianus* - οξεία τοξικότητα LD₅₀): >10.000 mg/kg (χαμηλά τοξικό)

Ψάρια (*Oncorhynchus mykiss* - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD₅₀): 11,6 mg/l (μέτρια τοξικό)

Φύκη (*Pseudokirchneriella subcapitata* - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC₅₀): 48 mg/l (χαμηλά τοξικό)

Μέλισσες (*Apis mellifera* - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD₅₀): >200 µg/μέλισσα (χαμηλά τοξικό)

Χρόνια τοξικότητα:

Καρκινογένεση: δεν προκαλεί

Νευροτοξικότητα: -

Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια

Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: -

Ανθρώπινη υγεία: μπορεί να προκαλέσει γαστρικό ερεθισμό, πιθανά τοξικό για το συκώτι, την καρδιά και τα νεφρά

Παραδείγματα Ανώτατων

Ορίων Συγκέντρωσης -

Ευρώπη (MRLs):

Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί:

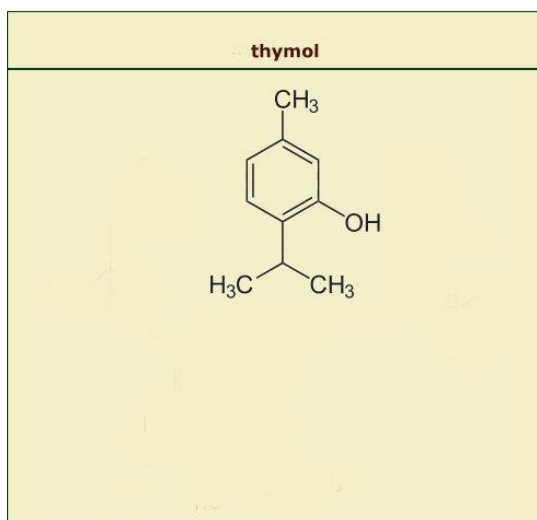
-

Πόσιμο νερό: -

Thymol (πηγή: BPDB, 2020; EC, 2020; ΥΠΑΑΤ, 2020)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος:

C₁₀H₁₄O

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφάρμακου:	Εντομοκτόνο, μυκητοκτόνο
Χημική ομάδα:	Παραγόμενο από φυτό
Μοριακό βάρος:	150,22
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	5-methyl-2-isopropyl-1-phenol
Εμφάνιση:	Λευκό κοκκώδες - στερεό με μυρωδιά από βότανα
Εμπορικά σκευάσματα:	Cedroz CS

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφάρμακου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20οC:	596 mg/l (υψηλή)
Σημείο τήξεως:	49 οC
Σημείο ζέσεως:	232 οC
Σημείο ανάφλεξης:	105,5 οC
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20οC:	P: 9,12 x 10 03
	logP: 3,96 (υψηλό)
Τάση ατμών στους 20οC	3.400 mPa (πολύ ευμετάβλητο)

Αποδόμηση

Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT50 (τυπικό): 5 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT50 (εργαστήριο στους 20οC): 5 ημέρες (μη ανθεκτικό) DT50 (πεδίο): -
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT50:	-
Υδατική υδρόλυση στους 20οC σε pH 7 - DT50:	-

Οικοτοξικότητα

Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: -
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD50): 980 mg/kg (μέτρια τοξικό) Πτηνά (<i>Colinus virginianus</i> - οξεία τοξικότητα LD50): >10.000 mg/kg (χαμηλά τοξικό) Ψάρια (<i>Danio rerio</i> - οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD50): 3 mg/l (μέτρια τοξικό) Φύκη (<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> - οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC50): 11,7 mg/l (χαμηλά τοξικό) Μέλισσες (<i>Apis mellifera</i> - οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD50): >200 μg/μέλισσα (χαμηλά τοξικό)
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: - Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: επιδρά

Ανθρώπινη υγεία: μπορεί να προκαλέσει γαστρεντερικά προβλήματα και ενίοτε σπασμούς και κόμα, πιθανά τοξικό για τα νεφρά και το ήπαρ

Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):

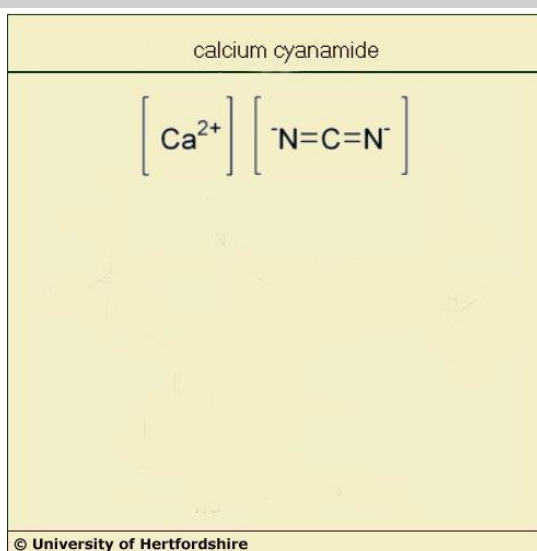
Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: -

Πόσιμο νερό: -

Calcium cyanamide - ασβεστούχος κυαναμίδη (πηγή: PPDB, 2020; EC, 2020; AlzChem Group AG, 2018)

Χημική δομή

Χημικός τύπος:



Μοριακός τύπος: CCaN₂

Γενικά χαρακτηριστικά

Τύπος φυτοφαρμάκου:	Μυκητοκτόνο, ζιζανιοκτόνο, ρυθμιστής ανάπτυξης φυτών
Χημική ομάδα:	Λίπασμα
Μοριακό βάρος:	80,1
Χημική ονομασία κατά IUPAC:	calcium cyanamide
Εμφάνιση:	Άχρωμο κρυσταλλικό στερεό
Εμπορικά σκευάσματα:	Perlka®

Περιβαλλοντική τύχη φυτοφαρμάκου

Διαλυτότητα στο νερό στους 20 °C:	Αδιάλυτο
Σημείο τήξεως:	1.200 °C
Σημείο ζέσεως:	-
Σημείο ανάφλεξης:	-
Συντελεστής οκτανόλης-νερού σε pH 7, στους 20 °C:	P: -
	logP: -

Τάση ατμών στους 20 °C	-
Αποδόμηση	
Ημίσεια ζωή στο έδαφος (αερόβια):	DT ₅₀ (τυπικό): - DT ₅₀ (εργαστήριο στους 20 °C): - DT ₅₀ (πεδίο): -
Υδατική φωτόλυση σε pH 7 - DT ₅₀ :	-
Υδατική υδρόλυση στους 20 °C σε pH 7 - DT ₅₀ :	-
Οικοτοξικότητα	
Συντελεστής βιοσυγκέντρωσης:	BCF: -
Οξεία τοξικότητα:	Θηλαστικά (Αρουραίος - οξεία από του στόματος τοξικότητα LD ₅₀): >1.400 mg/kg (μέτρια τοξικό) Πτηνά (οξεία τοξικότητα LD ₅₀): - Ψάρια (οξεία τοξικότητα 96 ώρες LD ₅₀): - Φύκη (οξεία τοξικότητα 72 ώρες EC ₅₀): - Μέλισσες (οξεία τοξικότητα μέσω επαφής LD ₅₀): -
Χρόνια τοξικότητα:	Καρκινογένεση: δεν προκαλεί Νευροτοξικότητα: - Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και για τα μάτια Αναπαραγωγή και ανάπτυξη: - Ανθρώπινη υγεία: μπορεί να προκαλέσει βήχα, δύσπνοια, ταχυπαλμία, πονοκέφαλο, ζάλη και κόπωση, οι υψηλές δόσεις μπορεί να προκαλέσουν κόμα και θάνατο
Παραδείγματα Ανώτατων Ορίων Συγκέντρωσης - Ευρώπη (MRLs):	Δημητριακά, φρούτα, λαχανικά και ξηροί καρποί: 0,01 mg/kg Πόσιμο νερό: -

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Agrawal A., Pandey R. S., Sharma B., 2010. Water pollution with special reference to pesticide contamination in India. *Journal of Water Resource and Protection*. Vol. 2, No. 5, p.p. 432-448.

Aktar W., Sengupta D. and Chowdhury A., 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisciplinary toxicology*. Vol. 2, Is.1, p.p. 1-12.

Alletto L., Coquet Y., Benoit P., Heddadj D. and Barriuso E., 2010. Tillage management effects on pesticide fate in soils. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 30, p.p. 367–400.

AlzChem Group AG, 2018. Δελτίο δεδομένων ασφάλειας σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) αριθμ. 1907/2006. Εταιρεία: AlzChem Trostberg GmbH. Γερμανία. Διαθέσιμο στο: https://agro.hellafarm.gr/files/prds/files/_SzmUMp5gkxnPGPWokKcBKvy.pdf. Προσπελάστηκε: 15/10/2020.

Asma A., Subhan ud D., Mushraf A., Gul daraz K. and Sartaj A., 2014. Effect of Phytobiocides in Controlling Soft Rot of Tomato. *Journal of Natural Sciences Research*. Vol. 4, No. 11.

Banyuls N., Hernández-Rodríguez C. S., Van Rie J. and Ferré J., 2018. Critical amino acids for the insecticidal activity of Vip3Af from *Bacillus thuringiensis*: Inference on structural aspects. *Scientific Reports*. Vol. 8, No. 7539.

Barcelo O. and Hennion M-C, 1997. Sample handling techniques (extraction and clean-up of samples). In: Hennion M-C, trace determination of pesticides and their degradation products in water. Chapter 4, techniques and instrumentation in analytical chemistry. Vol. 19. Elsevier, Amsterdam, p.p. 249-356.

BPDB (Bio-Pesticides DataBase) 2020. The BPDB. A to Z List of Active Ingredients. Available from: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/bpdb/atoz.htm#C>. Accessed: 3/8/2020.

Buisson E. and Dutoit T., 2004. Colonisation by native species of abandoned farmland adjacent to a remnant patch of Mediterranean steppe. *Plant Ecology*. Vol. 174, p.p. 371-384.

Candido V., d'Addabbo T., Basile M., Castronuovo D. and Miccolis V., 2008. Greenhouse soil solarization: effect on weeds, nematodes and yield of tomato and melon. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 28, Is. 2, p.p. 221-230.

De Schrijver A. and De Mot R., 1999. Degradation of pesticides by actinomycetes. *Critical Reviews in Microbiology*. Vol. 25, is. 2, p.p. 85-119.

EC (European Commission), 2020. Pesticides database. Available from: <https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=activesubstance.selection&language=EN>. Accessed: 3/8/2020.

Eurostat, 2020. Database. Available at: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. Accessed: 25/8/2020.

FAO and WHO (Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization), 2015. International Code of Conduct on Pesticide Management - Guidelines on Pesticide Legislation. Available at: <http://www.fao.org/3/a-i5008e.pdf>. Accessed: 2/5/2020.

Forson D. D. and Store A., 2006. Atrazine increases Ranavirus susceptibility in the tiger salamander (*Ambystoma tigrinum*). *Ecological Applications*. Vol. 16, No.6, p.p. 23250-2332.

Foster L., Kwan B. and Vancov T., 2004. Microbial degradation of the organophosphate pesticide, Ethion. *FEMS Microbiology Letters*. Vol. 240, is. 1, p.p. 49-53.

Gevao B., Semple K. T. and Jones K. C., 2000. Bound pesticide residues in soils: A review. *Environmental Pollution*. Vol. 108, Is. 1, p.p. 3-14.

Gomez, L., Gonzalez, E., Enrique, R., Hernandez, M.A., Rodriguez, M.G. 2010. Use of biofumigation for the management of *Meloidogyne* spp. in vegetable sheltered production. *Revista de Proteccion Vegetal*. Vol. 25, No. 2, p.p. 119-123.

Guillerm J. L., 1991. Weed invasion in agricultural areas. In: *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Edited by: Groves R. H. and Di Castri F. Cambridge University Press. New York, USA.

Helfrich L. A., Weigmann D. L., Hipkins P., Stinson E. R., 2009. Pesticides and aquatic animals: a guide to reducing impacts on aquatic systems. In: *Virginia Polytechnic Institute and State University*. Available at: <https://pubs.ext.vt.edu/420/420-013/420-013.html>. Accessed: 2/7/2020.

Hernandez Plaza E., Kozak M., Navarrete L., Gonzalez-Andujar J. L., 2011. Tillage system did not affect weed diversity in a 23-year experiment in Mediterranean dryland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Vol. 140, Is. 1-2, p.p. 102-105.

Higblom M., 1992. Microbial breakdown of halogenated aromatic pesticides and related compounds. *FEMS Microbiology Reviews*. Vol. 9, is. 1, p.p. 29-71.

Holland J. and Sinclair P., 2004. Environmental Fate of Pesticides and the Consequences for Residues in Food and Drinking Water. In: *Pesticide Residues in Food and Drinking Water. Human Exposure and Risks*. Edited by Hamilton D. and Crossley S. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, England. P.p. 27–62.

Huiting H.F., Moraal L.G., Griepink F.C. and Ester A., 2006. Biology, control and luring of the cockchafer, *Melolontha melolontha*. Literature report on biology, life cycle and pest incidence, current control possibilities and pheromones. Published: Wageningen, Applied Plant Research. Available at: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/121073>. Accessed: 18/5/2020.

Jankuloska V., Karov I., Pavlovska G., Kalevska T., Stamatovska V. and Uzunoska Z., 2019. Pesticide Residues in Food: Food Safety, Nutrition and Health Effects. *International Journal of Food Technology and Nutrition* Vol. 2, No. 3-4, p.p. 36-41.

Karcher A. and El Rassi Z., 1999. Capillary electrophoresis and electro-chromatography of pesticides and metabolites. *Electrophoresis*. Vol. 20, Is. 15-16, p.p. 3280-3296.

Karpouzias D., Fotopoulou A., Menkissoglu-Spiroudi U. and Singh B., 2005. Nonspecific biodegradation of the organophosphorus pesticides, cadusafos and ethoprophos, by two bacterial isolates. *FEMS Microbiology Ecology*. Vol. 53, is. 3, p.p. 369-378.

Kerle E. A., Jenkins J. J. and Vogue P. A., 2007. Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Oregon State University, Extension Service, EM 8561-E.

Kirkegaard J. A. and Sarwar M., 1998. Biofumigation potential of brassicas I. Variation in glucosinolate profiles of diverse field-grown brassicas. *Plant and Soil*. Vol. 201, p.p. 71-89.

Koester C. J and Moulik A., 2005. Trends in environmental analysis. *Analytical Chemistry*. Vol. 77, is. 12, p.p. 3737-3754.

Konstantinou I. K., Zarkadis A. K., Albanis T. A., 2001. Photodegradation of selected herbicides in various natural waters and soils under environmental conditions. *Journal of Environmental Quality*. Vol. 30, p.p. 121-130.

Kumar S., Mukerji K. and Lal R., 1996. Molecular aspects of pesticides degradation by Microorganisms. *Critical Reviews in Microbiology*. Vol. 22, is. 1. p.p. 1-26.

Lawley R., Curtis L., and Davis J., 2008. *The Food Safety Hazard Guidebook*. 2nd Edition. ARS Lamina, Skopje.

Mahmood I., Imadi S. R., Shazadi K., Gul A. and Hakeem K. R., 2016. Effects of Pesticides on Environment. *Plant, Soil and Microbes*. Vol. 1, p.p. 253-269.

Navarro S., Vela N. and Navarro G., 2007. Review. An overview on the environmental behaviour of pesticide residues in soils. *Spanish Journal of Agricultural Research*. Vol. 5, is. 3, p.p. 357-375.

Nemaplex, 2020. Nemaplex Main Menu. Classification Systems. Index to Nematode Common Names. Available at: <http://nemaplex.ucdavis.edu/Uppermnus/topmnu.htm>. Accessed: 17/10/2020.

Pell M., Stenberg B. and Torstensson L., 1998. Potential denitrification and nitrification tests for evaluation of pesticide effects in soil. *Ambio*. Vol. 27, No 1, p.p. 24-28.

Perrin-Ganier C., Schiavon F. J., Morel L. and Schiavon M., 2001. Effect of sludge-amendment or nutrient addition on the biodegradation of the herbicide isoproturon in soil. *Chemosphere*. Vol. 44, Is. 4, p.p. 887-892.

PPDB (Pesticide Properties DataBase), 2020. The PPDB. A to Z List of Pesticide Active Ingredients. Available from: <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/atoz.htm#M>. Accessed: 3/8/2020.

Radics L., Glemnitz M., Hoffmann J. and Czimber G., 2004. Composition of weed floras in different agricultural management systems within the European climatic gradient. In: 6th EWRS (European Weed Research Society) Workshop on Physical and Cultural Weed Control. Lillehammer, Norway, 8-10 March 2004.

Rashid B., Husnain T. and Riazuddin S., 2010. Herbicides and Pesticides as Potential Pollutants: A Global Problem. *Plant Adaptation and Phytoremediation*. P.p. 427-447.

Rashid B., Husnain T., Riazuddin S., 2010. Herbicides and pesticides as potential pollutants: a global problem. *Plant adaptation phytoremediation*. Springer, Dordrecht, p.p. 427-447.

Ravichandra N. G., 2014. Nematode Diseases of Horticultural Crops. In: *Horticultural Nematology*. Springer, New Delhi. Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-81-322-1841-8_8. Accessed: 19/10/2020.

Rohr J. R., Schotthoefer A. M., Raffel T. R., Carrick H. J., Halstead N., Hoverman J. T., Johnson C. M., Johnson L. B., Lieske C., Piwoni M. D., Schoff P. K. and Beasley V. R., 2008. Agrochemicals increase trematode infections in a declining amphibian species. *Nature*. Vol. 455, p.p. 1235-1239.

Rubiales D., Verkleij J., Vurro M., Murdoch A. J. and Joel D. M., 2009. Parasitic plant management in sustainable agriculture. *Weed Research*. Vol. 49, Suppl. 1, p.p. 1-5.

Scavo A., Restuccia A., Pandino G., Onofri A. and Mauromicale G., 2018. Allelopathic effects of *Cynara cardunculus* L. leaf aqueous extracts on seed germination of some Mediterranean weed species. *Italian Journal of Agronomy*. Vol. 13, p.p. 119-125.

Scheringer M., 2009. Long-range Transport of Organic Chemicals in the Environment. *Environmental Toxicology and Chemistry*. Vol. 28, p.p. 677–690.

Scholz N. L., Fleishman E., Brown L., Werner I., Johnson M. L., Brooks M. L. and Mitchelmore C. L., 2012. A perspective on modern pesticides, pelagic fish declines, and unknown ecological resilience in highly managed ecosystems. *Bioscience*. Vol. 62, No. 4, p.p. 428-434.

Slowik-Borowiec M., Szyrka E., Kurdziel A., Grzegorzak M., and Matyaszek A., 2012. Assessment of the pesticide residue occurrence in fruit from the south-eastern region of Poland during 2010-2011 seasons. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. Vol. 20, No. 2, p.p. 119-126.

Smith D., Alvey S. and Crowley D., 2005. Cooperative catabolic pathways within an atrazine-degrading enrichment culture isolated from soil. *FEMS Microbiology Ecology*. Vol. 53, is. 2, p.p. 265-273.

Speck-Planche A., Kleandrova V. V., Scotti M. T., 2012. Fragment-based approach for the in silico discovery of multi-target insecticides. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. Vol. 111, p.p. 39-45.

Stamper D. and Tuovinen O., 1998. Biodegradation of the acetanilide herbicides alachlor, metolachlor, and propachlor. *Critical Reviews in Microbiology*. Vol. 24, is. 1, p.p. 1-22.

Stephen M. B. and Grover C. S., 1985. Root Penetration by *Meloidogyne incognita* Juveniles Infected with *Bacillus penetrans*. *Journal of Nematology*. 17(2):123-126.

Tanabe S., Watanabe S., Kan H. and Tatsukawa R., 1988. Capacity and mode of PCB metabolism in small cetaceans. *Marine Mammal Science*. Vol 4, p.p. 103-124.

Thundiyil J. G., Stober J., Besbelli N. and Pronczuk J., 2008. Acute pesticide poisoning: a proposed classification tool. *Bulletin of the World Health Organization (WHO)*. Vol. 86, Is. 3, p.p. 205-209.

Tiryaki O. and Aysal P., 1999. Bound pesticide residues in soil and plant and their determination. *The Turkish Journal of Nuclear Sciences*. Vol. 26, is. 2, p.p. 43-60.

Tiryaki O. and Temur C., 2010. The fate of pesticide in the environment. *Journal of Biological and Environmental Sciences*. Vol. 4, Is. 10, p.p. 29-38.

Tiryaki O., Gözek K. and Khan S. U., 1997. 14C-Residues of trifluralin in a soil and their uptake by carrots. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. Vol. 59, is. 1, p.p. 58-64.

Topp E., 2001. A comparison of three atrazine-degrading bacteria for soil bioremediation. *Biology and Fertility of Soils*. Vol. 33, p.p. 529-534.

US EPA (United States Environmental Protection Agency), 1998. R.E.D. Facts. Rodenticide Cluster. Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances. Available at: <https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/pdf/2100fact.pdf>. Accessed: 5/7/2020.

Voice T. C., Rice C. P. and Weber W. J., 1983. Effect of solids concentration on the sorptive partitioning of hydrophobic pollutants. *Environmental Science and Technology*. Vol. 17, is. 9. p.p. 513-518.

Waskom R., Bauder T. and Pearson R., 2017. Best Management Practices for Agricultural Pesticide Use. In association with: Colorado Department of Agriculture. Published by: Colorado State University Extension in cooperation with Colorado Department of Agriculture. Colorado, USA.

Weber E. and Gut D., 2005. A survey of weeds that are increasingly spreading in Europe. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 25, Is. 1, p.p. 109-121.

WHO (World Health Organization), 1990. Public Health Impact of Pesticides Used in Agriculture. World Health Organization, Geneva, p.p. 88.

Wood M., 1998. Ubi7-new tool for potato breeders. Agricultural Research. Phytopathology. 12-13.

Yaron B., Calvet R. and Prost R., 1996. Soil pollution: processes and dynamics. ISBN 3-540-60927-X, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Ανώνυμος, 2005. Απολύμανση εδάφους. Εναλλακτικές του Βρωμιούχου μεθυλίου μέθοδοι. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

Ανώνυμος, 2018. Οι τελευταίες εξελίξεις στις απολυμάνσεις των εδαφών. Συμπεράσματα από το 9ο Παγκόσμιο Συνέδριο που έγινε στο Ηράκλειο. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 9. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα. Σελ. 58-60.

Ανώνυμος, 2019. Η χρήση εμβολιασμένων σποροφύτων στα κηπευτικά. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 1. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

Βασιλάκογλου Ι., 2004. Ζιζάνια. Αναγνώριση και αντιμετώπιση. Εκδόσεις: Σταμούλη. Αθήνα.

Γιαννοπολίτης Κ. Ν., 2013. Αντιμετώπιση των ζιζανίων στα φυλλώδη λαχανικά. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 6. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα. Σελ. 78-84.

Γιαννοπολίτης Κ. Ν., 2019. Ζιζανιοκτονία σε σταυρανθή λαχανικά. Διαθέσιμα ζιζανιοκτόνα και προτεινόμενα καλλιεργητικά μέτρα. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 8. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα. Σελ. 50-52.

ΕΑ (Ευρωπαϊκή Απόφαση), 2003. Υπ' αριθμ. 2003/106/ΕΚ (ή σύμβαση του Ρότερνταμ) που αφορά τη «διαδικασία συναίνεσης μετά από ενημέρωση όσον αφορά ορισμένα επικίνδυνα χημικά προϊόντα και τα φυτοφάρμακα». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003D0106&from=EL>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΕ (Ευρωπαϊκή Ένωση), 2015. Κατάλοιπα φυτοφαρμάκων σε τρόφιμα και ζωοτροφές. Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=LEGISSUM%3A121289>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΕΚ (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2012. Υπ' αριθμ. 788/2012 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2013, 2014 και 2015 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur115009.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΕΚ (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2014. Υπ' αριθμ. 400/2014 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2015, 2016 και 2017 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0400&from=EL>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΕΚ (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2015. Υπ' αριθμ. 2015/595 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2016, το 2017 και το 2018 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur143500.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΕΚ (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2016. Υπ' αριθμ. 2016/662 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2017, 2018 και 2019 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur155498.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΕΚ (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2018. Υπ' αριθμ. 2018/555 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2019, 2020 και 2021 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur175967.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EEK (Ευρωπαϊκός Εκτελεστικός Κανονισμός), 2019. Υπ' αριθμ. 2019/533 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2020, 2021 και 2022 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur185808.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EK (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2005. Υπ' αριθμ. 396/2005 που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων μέσα ή πάνω σε τρόφιμα και ζωοτροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης και για την τροποποίηση της οδηγίας 91/414 / ΕΟΚ του Συμβουλίου». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur50711.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EK (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2006. Υπ' αριθμ. 178/2006 που αφορά στην «τροποποίηση του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου για τη θέσπιση του παραρτήματος I που απαριθμεί τα τρόφιμα και τις ζωοτροφές στα οποία ισχύουν τα ανώτατα επίπεδα για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur61748.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EK (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2008a. Υπ' αριθμ. 149/2008 που αφορά στην «τροποποίηση του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου με τη θέσπιση παραρτημάτων II, III και IV για τον καθορισμό ανώτατων επιπέδων καταλοίπων για προϊόντα που καλύπτονται από το παράρτημα I του εν λόγω κανονισμού». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur77722.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EK (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2008b. Υπ' αριθμ. 299/2008 που αφορά στην «τροποποίηση του Κανονισμού 396/2005 για τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων μέσα ή πάνω σε τρόφιμα και ζωοτροφές φυτικής και ζωικής προέλευσης, όσον αφορά τις εκτελεστικές αρμοδιότητες που ανατίθενται στην Επιτροπή». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur79010.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

EK (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2008c. Υπ' αριθμ. 839/2008 που αφορά στην «τροποποίηση του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα παραρτήματα II, III και IV σχετικά με τα ανώτατα όρια καταλοίπων φυτοφαρμάκων εντός ή σε ορισμένα προϊόντα». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur87590.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2009α. Υπ' αριθμ. 1107/2009 που αφορά τη «διάθεση των φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά και την κατάργηση των οδηγιών 79/117/ΕΟΚ και 91/414/ΕΟΚ». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1107&from=EL>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2009β. Υπ' αριθμ. 1185/2009 που αφορά τις «στατιστικές των γεωργικών φαρμάκων». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R1185&from=EN>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2009γ. Υπ' αριθμ. 901/2009 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές κοινοτικό πρόγραμμα ελέγχου για το 2010, 2011 και 2012 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur89980.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2010α. Υπ' αριθμ. 600/2010 που αφορά στην «τροποποίηση του παραρτήματος I του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τις προσθήκες και την τροποποίηση των παραδειγμάτων σχετικών ποικιλιών ή άλλων προϊόντων στα οποία το ίδιο ΑΟΚ ισχύει». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur96005.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2010β. Υπ' αριθμ. 750/2010 που αφορά στην «τροποποίηση των παραρτημάτων II και III του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τα ανώτατα όρια καταλοίπων για ορισμένα φυτοφάρμακα μέσα ή σε ορισμένα προϊόντα». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur97119.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2010γ. Υπ' αριθμ. 915/2010 που αφορά σε ένα «συντονισμένο πολυετές πρόγραμμα ελέγχου της Ένωσης για τα έτη 2011, 2012 και 2013 ώστε να εξασφαλιστεί η συμμόρφωση με τα ανώτατα όρια καταλοίπων των φυτοφαρμάκων και να εκτιμηθεί η έκθεση του καταναλωτή στα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα τρόφιμα φυτικής και ζωικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur98193.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2013. Υπ' αριθμ. 212/2013 που αφορά στην «αντικατάσταση του παραρτήματος I του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού

Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου όσον αφορά τις προσθήκες και τις τροποποιήσεις όσον αφορά τα προϊόντα που καλύπτονται από το εν λόγω παράρτημα». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur121465.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2014. Υπ' αριθμ. 752/2014 που αφορά στην «αντικατάσταση του παραρτήματος Ι του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur135701.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2017. Υπ' αριθμ. 2017/269 που αφορά την «τροποποίηση του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 1185/2009 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου σχετικά με τις στατιστικές για τα γεωργικά φάρμακα, όσον αφορά τον κατάλογο των δραστικών ουσιών». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur163372.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚ (Ευρωπαϊκός Κανονισμός), 2018. Υπ' αριθμ. 2018/62 που αφορά στην «αντικατάσταση του παραρτήματος Ι του Κανονισμού 396/2005 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur172746.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1967. Υπ' αριθμ. 67/548/ΕΟΚ που αφορά την «προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και διοικητικών διατάξεων που αφορούν στην ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικινδύνων ουσιών». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31967L0548&from=EL>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1975. Υπ' αριθμ. 75/440/ΕΟΚ που αφορά την «απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου νερού στα Κράτη μέλη». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur19244.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1976. Υπ' αριθμ. 76/895/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων εντός και επί των οπωροκηπευτικών». Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC034802/>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1978. Υπ' αριθμ. 78/631/ΕΟΚ που αφορά την «προσέγγιση των νομοθεσιών των Κρατών-μελών που αφορούν την ταξινόμηση, τη

συσκευασία και την επισήμανση των επικίνδυνων παρασκευασμάτων (γεωργικών φαρμάκων)». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31978L0631&from=EL>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1980. Υπ' αριθμ. 80/778/ΕΟΚ που αφορά την «ποιότητα του πόσιμου νερού». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX%3A31980L0778>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1986. Υπ' αριθμ. 86/362/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων εντός και επί των σιτηρών». Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC018660/>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1990. Υπ' αριθμ. 90/642/ΕΟΚ που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων επιπέδων καταλοίπων των φυτοφαρμάκων επάνω ή μέσα σε ορισμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών». Διαθέσιμο στο: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC019253/>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1991. Υπ' αριθμ. 91/414/ΕΟΚ που αφορά τη «διάθεση στην αγορά φυτοπροστατευτικών προϊόντων». Διαθέσιμο στο: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0414&from=EN>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΚΟ (Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία), 1998. Υπ' αριθμ. 98/83/ΕΚ που αφορά την «ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur18700.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

Ελευθεριάδου Φ.Γ., 2003. Γενική φυτοπαθολογία. Εκδόσεις: ΤΕΙ Θεσσαλονίκης. Θεσσαλονίκη.

Ελευθεροχωρινός Η.Γ. και Γιαννοπολίτης Κ.Ν., 2009. Ζιζάνια. Οδηγός αναγνώρισης. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

ΕΛΣΤΑΤ, 2020. Στατιστικές. Γεωργία, Κτηνοτροφία, Αλιεία. Διαθέσιμο στο: <https://www.statistics.gr/statistics/agr>. Προσπελάστηκε: 3/9/2020.

ΕΟ (Ευρωπαϊκή Οδηγία), 2000. Υπ' αριθμ. 2000/60/ΕΚ που αφορά τη «θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur23005.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΕΟ (Ευρωπαϊκή Οδηγία), 2001. Υπ' αριθμ. 2001/36/ΕΚ που αφορά την «τροποποίηση της οδηγίας 91/414/ΕΟΚ σχετικά με τη διάθεση φυτοπροστατευτικών προϊόντων στην αγορά». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur37757.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΕΟ (Ευρωπαϊκή Οδηγία), 2015. Υπ' αριθμ. 2015/1787 που αφορά την «τροποποίηση των παραρτημάτων II και III της οδηγίας 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου σχετικά με την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur148980.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΕΣ (Ευρωπαϊκή Σύσταση) της Εποπτεύουσας Αρχής της ΕΖΕΣ, 2003. Υπ' αριθμ. 97/03/COL που αφορά σε ένα «συντονισμένο πρόγραμμα παρακολούθησης κατά το 2003 της συμμόρφωσης με τις ανώτατες περιεκτικότητες για τα κατάλοιπα φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα σιτηρά και σε ορισμένα άλλα προϊόντα φυτικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur39619.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΣ (Ευρωπαϊκή Σύσταση), 2000. Υπ' αριθμ. 2000/43/ΕΚ που αφορά σε ένα «κοινοτικό πρόγραμμα συντονισμένης επίβλεψης για το 2000 με σκοπό τη διασφάλιση της τήρησης των ανωτάτων περιεκτικότητας υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα σιτηρά και σε ορισμένα άλλα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur19269.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

ΕΣ (Ευρωπαϊκή Σύσταση), 2002. Υπ' αριθμ. 2002/663/ΕΚ που αφορά σε ένα «κοινοτικό πρόγραμμα συντονισμένης επίβλεψης για το 2003 με σκοπό τη διασφάλιση της τήρησης των ανωτάτων περιεκτικότητας υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων μέσα και πάνω στα σιτηρά και σε ορισμένα άλλα προϊόντα φυτικής προέλευσης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur37815.pdf>. Προσπελάστηκε: 3/5/2020.

Ζωάκη-Μαλισιόβα Δ., 2015a. Ζωικοί Εχθροί Θεωρία, Ενότητα 12: Νηματώδεις. ΤΕΙ Ηπείρου. Άρτα. Διαθέσιμο στο: file:///C:/Users/Eleni/Downloads/12_ΖωικοίΕχθροίΘεωρία_Νηματώδεις.pdf. Προσπελάστηκε: 1/5/2020.

Ζωάκη-Μαλισιόβα Δ., 2015b. Ολοκληρωμένη Φυτοπροστασία – Θεωρία. Ενότητα 8: Καλλιεργητικά και άλλα μέτρα και μέσα φυτοπροστασίας. ΤΕΙ Ηπείρου. Άρτα. Διαθέσιμο στο: https://eclass.teiep.gr/modules/document/file.php/TEXG104/08_ΟλοκληρωμένηΦυτοπροστ

ασία_Θεωρία_Καλλιεργητικά_Και_Άλλα_Μέτρα_%26_Μέσα_Φυτοπροστασίας.pdf.

Προσπελάστηκε: 1/5/2020.

Ζωάκη-Μαλισιόβα Δ., 2015c. Ολοκληρωμένη Φυτοπροστασία – Θεωρία. Ενότητα 11: Ολοκληρωμένη καταπολέμηση νηματωδών και ζιζανίων. ΤΕΙ Ηπείρου. Άρτα. Διαθέσιμο στο:

https://eclass.teiep.gr/modules/document/file.php/TEXG104/11_Ολοκληρωμένη_Φυτοπροστασία_Θεωρία_Ολοκληρωμένη_Καταπολέμηση_Νηματωδών_%26_Ζιζανίων.pdf.

Προσπελάστηκε: 1/5/2020.

Κίττας Κ., Κατσούλας Ν. και Μπαρτζάνας Θ., 2011. Δυνατότητες και προοπτικές εξάπλωσης θερμοκηπίων στην Ελλάδα. Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία. Τεύχος 10/2011. Εκδόσεις Αγροτύπος, Αθήνα.

Κουμπάκης Β., 2012. Τεχνολογία απολύμανσης εδάφους. Εκδόσεις: Bookstars. Θεσσαλονίκη.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 1984. Υπ' αριθμ. 300481/1984 (Β' 724) που αφορά στον καθορισμό της «μεγίστης περιεκτικότητας για τα κατάλοιπα των φυτοφαρμάκων επί και εντός των οπωροκηπευτικών», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 76/895/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre107700.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 1986. Υπ' αριθμ. Α5/288/1986 (ΦΕΚ 53/Β'/20.2.1986) που αφορά την «ποιότητα του πόσιμου νερού», σε συμμόρφωση προς την Κοινοτική Οδηγία 80/778/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre52071.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 1988. Υπ' αριθμ. 290341/1988 (Β' 560) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ανεκτών ορίων των υπολειμμάτων των γεωργικών φαρμάκων στα σιτηρά που προορίζονται για ανθρώπινη διατροφή», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/362/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre7714.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 1995. Υπ' αριθμ. 352612/1995 (Β' 503) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επάνω και μέσα στα οπωροκηπευτικά» (τροποποίηση του παραρτήματος της 300481/28.11.94 Υπουργικής Απόφασης), σε συμμόρφωση προς την οδηγία 93/58/ΕΟΚ.

Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108460.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 1995. Υπ' αριθμ. 352654/1995 (Β' 518) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων επιπέδων καταλοίπων φυτοφαρμάκων εντός και σε ορισμένα προϊόντα φυτικής προέλευσης, συμπεριλαμβανομένων των οπωροκηπευτικών», σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 90/642/ΕΟΚ, 93/58/ΕΟΚ, 94/30/ΕΟΚ και 85/591/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre29370.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2000. Υπ' αριθμ. 110617/2000 (Β' 1613) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 1999/71/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre24910.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2001α. Υπ' αριθμ. 100865/2001 (Β' 1076) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2000/82/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108598.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2001β. Υπ' αριθμ. 91496/2001 (Β' 432) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων (MRLs) φυτοπροστατευτικών προϊόντων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε συμμόρφωση προς την οδηγία 2000/42/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108586.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2001c. Υπ' αριθμ. Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β'/11.7.2001) που αφορά την «ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης», σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 98/83/ΕΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre106553.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2003α. Υπ' αριθμ. 91924/2003 (Β' 115) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/42/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108641.pdf>.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2003b. Υπ' αριθμ. 91926/2003 (Β' 115) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/71/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108642.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2003c. Υπ' αριθμ. 91927/2003 (Β' 115) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/66/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108643.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2003d. Υπ' αριθμ. 91973/2003 (Β' 123) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2002/76/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108740.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2004. Υπ' αριθμ. 92083/2004 (Β' 247) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2003/60/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108745.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2005. Υπ' αριθμ. 120981/2005 (Β' 326) που αφορά στον καθορισμό των «ανώτατων ορίων υπολειμμάτων, επί και εντός προϊόντων ζωικής και φυτικής προέλευσης, ορισμένων φυτοφαρμάκων των απαγορεύτηκε η χρήση στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2004/61/ΕΚ της Επιτροπής. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre108817.pdf>. Προσπελάστηκε: 4/5/2020.

ΚΥΑ (Κοινή Υπουργική Απόφαση), 2007. Υπ' αριθμ. ΔΥΓ2/Γ.Π.οικ.38295/2007 (ΦΕΚ 630/Β'/26.4.2007) που αφορά την «τροποποίηση της Υγειονομικής Διάταξης της Κοινής Υπουργικής Απόφασης Υ2/2600/2001 -Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης-, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre107498.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

Λόλας Π.Χ., 2007. Ζιζανιολογία. Ζιζάνια – ζιζανιοκτόνα. Τύχη και συμπεριφορά στο περιβάλλον. Εκδόσεις: Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη.

ΝΔ (Νομοθετικό Διάταγμα), 1973. Υπ' αριθμ. 220/1973 (ΦΕΚ 272/Α'/5.10.1973) που αφορά την «εμπορία γεωργικών και κτηνιατρικών φαρμάκων». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre103656.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Νόμος, 1977. Υπ' αριθμ. 721/1977 (ΦΕΚ 298/Α'/7.10.1977) που αφορά την «έγκριση κυκλοφορίας και ελέγχου των γεωργικών φαρμάκων, ως και ρυθμίσεις συναφών θεμάτων». Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/phutoprostautika-proionta/nomos-721-1977-phek-298a-7-10-1977.html?q=φυτοφάρμακα>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Νόμος, 1997. Υπ' αριθμ. Ν. 2538/1997 (ΦΕΚ 242/Α'/1.12.1997) που αφορά την «τροποποίηση της κείμενης νομοθεσίας για τα γεωργικά και κτηνιατρικά φάρμακα, ρύθμιση χρεών συνεταιριστικών οργανώσεων και άλλες διατάξεις». Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/phutoprostautika-proionta/n-2538-1997.html>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Νόμος, 2003α. Υπ' αριθμ. 3176/2003 (ΦΕΚ 208/Α'/29.8.2003) που αφορά την «κύρωση της Σύμβασης του Ρότερνταμ περί διαδικασίας συναίνεσης μετά από ενημέρωση για ορισμένα επικίνδυνα χημικά προϊόντα και προϊόντα φυτοπροστασίας στο διεθνές εμπόριο», σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Απόφαση 2003/106/ΕΚ. Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/phutoprostautika-proionta/nomos-3176-2003-phek-208-a-29-8-2003.html?q=3176>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Νόμος, 2003β. Υπ' αριθμ. 3199/2003 (ΦΕΚ 280/Α'/9.12.2003) που αφορά την «προστασία και τη διαχείριση των υδάτων», σε εναρμόνιση προς την οδηγία 2000/60/ΕΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre66106.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

Νόμος, 2012. Υπ' αριθμ. 4036/2012 (ΦΕΚ 8/Α'/27.01.2012) που αφορά την «διάθεση των γεωργικών φαρμάκων στην αγορά, την ορθολογική χρήση αυτών και συναφείς διατάξεις». Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/phutoprostautika-proionta/n-4036-2012.html?q=φυτοφάρμακα>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Ολύμπιος Μ. Χ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.

Παναγόπουλος Χ.Γ., 2003. Ασθένειες καλλωπιστικών φυτών. Εκδόσεις: Σταμούλη. Αθήνα.

Πατακιούτας Γ., 2001. Ειδική φυτοπροστασία. Σημειώσεις Διάλεξης. ΤΕΙ Ηπείρου. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Άρτα.

Πατακιούτας Γ., 2002. Γεωργική Φαρμακολογία. Εργαστηριακές σημειώσεις. ΤΕΙ Ηπείρου. Άρτα.

Πατακιούτας Γ., 2004. Εργαστηριακές σημειώσεις ειδικής φυτοπροστασίας. ΤΕΙ Ηπείρου. Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας. Άρτα.

ΠΔ (Προεδρικό Διάταγμα), 1997. Υπ' αριθμ. 115/1997 (ΦΕΚ 104/Α'/30.5.1997) που αφορά «την έγκριση, την διάθεση στην αγορά και τον έλεγχο των φυτοπροστατευτικών προϊόντων» σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Κοινοτική Οδηγία 91/414/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre18616.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΠΔ (Προεδρικό Διάταγμα), 2007. Υπ' αριθμ. 51/2007 (ΦΕΚ 54/Α'/8.3.2007) που αφορά τον «καθορισμό των μέτρων και των διαδικασιών για την ολοκληρωμένη προστασία και διαχείριση των υδάτων σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre102435.pdf>. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΠΔ (Προεδρικό Διάταγμα), 2012. Υπ' αριθμ. 2/2012 (ΦΕΚ 2/Α'/13.1.2012) που αφορά τον «καθορισμό των απαιτούμενων προσόντων και προϋποθέσεων φυσικών και νομικών προσώπων για την εμπορία φυτοπροστατευτικών προϊόντων». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre109058.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΠΔ (Προεδρικό Διάταγμα), 2013. Υπ' αριθμ. 159/2013 (ΦΕΚ 251/Α'/18.11.2013) που αφορά τους «όρους και τις προϋποθέσεις για την αναγγελία έναρξης άσκησης εμπορίας και τη λειτουργία καταστημάτων εμπορίας γεωργικών φαρμάκων». Διαθέσιμο στο: <https://www.e-nomothesia.gr/kat-agrotike-anaptukse/phutoprostateutika-proionta/pd-159-2013.html>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

Πέκας Α. και Κωβαίος Δ., 2018. Καινοτομίες και προκλήσεις στη βιολογική καταπολέμηση των εχθρών των καλλιεργειών. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 10. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα.

Σταμόπουλος Δ.Κ., 1994. Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών. Εκδόσεις: Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

Τζάμος Ε., 2011, Η Ηλιοαπολύμανση του εδάφους σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία. Τεύχος 10. Εκδόσεις: Αγροτύπος. Αθήνα. Σελ. 58-64.

Τσαπικούνης Φ., 1996. Βιολογική και ολοκληρωμένη καταπολέμηση στο θερμοκήπιο. Εκδόσεις: Σταμούλη. Αθήνα.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 1968. Υπ' αριθμ. Γ3α/761/1968 (ΦΕΚ 189/Β'/10.4.1968) που αφορά την «ποιότητα του πόσιμου ύδατος». Διαθέσιμο στο: http://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/189b_1968.1517997061008.pdf. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 1974. Υπ' αριθμ. Γ4/1722/1974 (ΦΕΚ 988/Β'/7.10.1974) που αφορά την «τροποποίηση της υπ' αριθμ. Γ3α/761/6 Μαρτίου 1968 (ΦΕΚ 189/Β'/10.4.1968) υγειονομικής διατάξεως περί ποιότητας του πόσιμου ύδατος». Διαθέσιμο στο: http://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/998b_1974.1517999530201.pdf. Προσπελάστηκε: 2/5/2020.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 1986. Με ΦΕΚ 587/Β'/17.9.1986 που αφορά την «τοξικολογική κατάταξη, την συσκευασία και την σήμανση των γεωργικών φαρμάκων» σε συμμόρφωση προς την Κοινοτική Οδηγία 78/631/ΕΟΚ. Διαθέσιμο στο: http://elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/587b_86.1153300146087.pdf. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 1988. Υπ' αριθμ. 83345/1988 (ΦΕΚ 599/Β'/24.8.1988) που αφορά την «ετικέτα των γεωργικών φαρμάκων, τον καθορισμό και την τυποποίηση σήμανσης προφυλάξεων και διάταξης». Διαθέσιμο στο: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/gre7710.pdf>. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 2002. Υπ' αριθμ. 89648/2002 (ΦΕΚ 241/Β'/28.2.2002) που αφορά την «τροποποίηση και συμπλήρωση των διατάξεων του Προεδρικού Διατάγματος αριθ. 115/97 -έγκριση, διάθεση στην αγορά και έλεγχος φυτοπροστατευτικών προϊόντων-, σε συμμόρφωση προς την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2001/36/ΕΚ. Διαθέσιμο στο: http://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/241B_02.pdf. Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΥΑ (Υπουργική Απόφαση), 2013. Υπ' αριθμ. 240/2457/2013 (ΦΕΚ 88/Β'/21.1.2013) που αφορά τις «εθνικές απαιτήσεις κατά την αξιολόγηση για έγκριση φυτοπροστατευτικών

προϊόντων», βάση του Ευρωπαϊκού Κανονισμού 1107/2009. Διαθέσιμο στο: http://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/88B_2013.1421674049031.pdf.

Προσπελάστηκε: 5/5/2020.

ΥΓΦΠΠ (Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος), 2013. Μέτρα πρόληψης κατά εχθρών και ασθενειών. Η σημασία τους στην προστασία των καλλιεργούμενων φυτών. Ηλεκτρονική έκδοση: 3/2013. Λευκωσία, Κύπρος. Διαθέσιμο στο: [http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/B369C763B5531E8CC2257C2B0043D5F4/\\$file/2013_03_EI_Metra%20prolipsis%20kata%20astheneion.pdf?OpenElement](http://www.moa.gov.cy/moa/da/da.nsf/All/B369C763B5531E8CC2257C2B0043D5F4/$file/2013_03_EI_Metra%20prolipsis%20kata%20astheneion.pdf?OpenElement).

Προσπελάστηκε: 18/5/2020.

ΥΠΑΑΤ (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων), 2020. Κατάλογος φυτοπροστατευτικών προϊόντων και βιοκτόνων κατά κατηγορία ή δραστικό. Διαθέσιμο στο: http://www.minagric.gr/syspest/syspest_bycat_byactive.aspx. Προσπελάστηκε:

25/9/2020.